



Arquivos Brasileiros de Cardiologia

www.arquivosonline.com.br

Sociedade Brasileira de Cardiologia • ISSN-0066-782X • Volume 107, Nº 2, Supl. 2, Agosto 2016

DIRETRIZ DE ASSISTÊNCIA CIRCULATORIA MECÂNICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA

DIRETRIZ DE ASSISTÊNCIA CIRCULATÓRIA MECÂNICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA

Autores da Diretriz:

Ayub-Ferreira SM, Souza Neto JD, Almeida DR, Biselli B, Avila MS, Colafranceschi AS, Stefanello B, Carvalho BM, Polanczyk CA, Galantini DR, Bocchi EA, Chamlian EG, Hojaj EM, Gaiotto FA, Pinton FA, Jatene FB, Ramires FJA, Atik FA, Figueira F, Bacal F, Galas FRBG, Brito FS, Conceição-Souza GE, Ribeiro GCA, Pinheiro Jr. JA, Souza JM, Rossi Neto JM, Lima JLC, Mejía JC, Fernandes JR, Baumworcel L, Moura LAZ, Hajjar LA, Beck-da-Silva L, Rohde LEP, Seguro LFBC, Pinheiro ML, Park M, Fernandes MR, Montera MW, Alves MSL, Wanderley Jr. MRB, Hossne N, Fernandes PMP, Lemos P, Schneidewind RO, Uchoa RB, Honorato R, Mangini S, Falcão SNRS, Lopes SAV, Strabelli TMV, Guimarães TCF, Campanili TCGF, Issa VS.

Diretor Científico

Raul Dias dos Santos Filho

Editor-Chefe

Luiz Felipe P. Moreira

Editores Associados

Cardiologia Clínica

José Augusto Barreto-Filho

Cardiologia Cirúrgica

Paulo Roberto B. Evora

Cardiologia Intervencionista

Pedro A. Lemos

Cardiologia Pediátrica/ Congênitas

Antonio Augusto Lopes

Arritmias/Marcapasso

Mauricio Scanavacca

Métodos Diagnósticos Não-Invasivos

Carlos E. Rochitte

Pesquisa Básica ou Experimental

Leonardo A. M. Zornoff

Epidemiologia/Estatística

Lucia Campos Pellanda

Hipertensão Arterial

Paulo Cesar B. V. Jardim

Ergometria, Exercício e Reabilitação Cardíaca

Ricardo Stein

Primeiro Editor (1948-1953)

† Jairo Ramos

Conselho Editorial

Brasil

Aguinaldo Figueiredo de Freitas Junior (GO)

Alfredo José Mansur (SP)

Aloir Queiroz de Araújo Sobrinho (ES)

Amanda G. M. R. Sousa (SP)

Ana Clara Tude Rodrigues (SP)

André Labrunie (PR)

Andrei Sposito (SP)

Angelo A. V. de Paola (SP)

Antonio Augusto Barbosa Lopes (SP)

Antonio Carlos C. Carvalho (SP)

Antônio Carlos Palandri Chagas (SP)

Antonio Carlos Pereira Barretto (SP)

Antonio Cláudio L. Nóbrega (RJ)

Antonio de Padua Mansur (SP)

Ari Timerman (SP)

Armênio Costa Guimarães (BA)

Ayrton Pires Brandão (RJ)

Beatriz Matsubara (SP)

Brivaldo Markman Filho (PE)

Bruno Caramelli (SP)

Carisi A. Polanczyk (RS)

Carlos Eduardo Rochitte (SP)

Carlos Eduardo Suaide Silva (SP)

Carlos Vicente Serrano Júnior (SP)

Celso Amodeo (SP)

Charles Mady (SP)

Claudio Gil Soares de Araujo (RJ)

Cláudio Tinoco Mesquita (RJ)

Cleonice Carvalho C. Mota (MG)

Clerio Francisco de Azevedo Filho (RJ)

Dalton Bertolim Précoma (PR)

Dário C. Sobral Filho (PE)

Décio Mion Junior (SP)

Denilson Campos de Albuquerque (RJ)

Djair Brindeiro Filho (PE)

Domingo M. Braille (SP)

Edmar Atik (SP)

Emilio Hideyuki Moriguchi (RS)

Enio Buffolo (SP)

Eulógio E. Martinez Filho (SP)

Evandro Tinoco Mesquita (RJ)

Expedito E. Ribeiro da Silva (SP)

Fábio Vilas-Boas (BA)

Fernando Bacal (SP)

Flávio D. Fuchs (RS)

Francisco Antonio Helfenstein Fonseca (SP)

Gilson Soares Feitosa (BA)

Gláucia Maria M. de Oliveira (RJ)

Hans Fernando R. Dohmann (RJ)

Humberto Villacorta Junior (RJ)

Ínes Lessa (BA)

Iran Castro (RS)

Jarbas Jakson Dinkhuysen (SP)

João Pimenta (SP)

Jorge Ilha Guimarães (RS)

José Antonio Franchini Ramires (SP)

José Augusto Soares Barreto Filho (SE)

José Carlos Nicolau (SP)

José Lázaro de Andrade (SP)

José Pérciles Esteves (BA)

Leonardo A. M. Zornoff (SP)

Leopoldo Soares Piegas (SP)

Lucia Campos Pellanda (RS)

Luís Eduardo Rohde (RS)

Luís Cláudio Lemos Correia (BA)

Luiz A. Machado César (SP)

Luiz Alberto Piva e Mattos (SP)

Marcia Melo Barbosa (MG)

Marcus Vinícius Bolívar Malachias (MG)

Maria da Consolação V. Moreira (MG)

Mario S. S. de Azeredo Coutinho (SC)

Maurício I. Scanavacca (SP)

Max Grinberg (SP)

Michel Batlouni (SP)

Murilo Foppa (RS)

Nadine O. Claussell (RS)

Orlando Campos Filho (SP)

Otávio Rizzi Coelho (SP)

Otoni Moreira Gomes (MG)

Paulo Andrade Lotufo (SP)

Paulo Cesar B. V. Jardim (GO)

Paulo J. F. Tucci (SP)

Paulo R. A. Caramori (RS)

Paulo Roberto B. Évora (SP)

Paulo Roberto S. Brofman (PR)

Pedro A. Lemos (SP)

Protásio Lemos da Luz (SP)

Reinaldo B. Bestetti (SP)

Renato A. K. Kalil (RS)

Ricardo Stein (RS)

Salvador Rassi (GO)

Sandra da Silva Mattos (PE)

Sandra Fuchs (RS)

Sergio Timerman (SP)

Silvio Henrique Barberato (PR)

Tales de Carvalho (SC)

Vera D. Aiello (SP)

Walter José Gomes (SP)

Weimar K. S. B. de Souza (GO)

William Azem Chalela (SP)

Wilson Mathias Junior (SP)

Exterior

Adelino F. Leite-Moreira (Portugal)

Alan Maisel (Estados Unidos)

Aldo P. Maggioni (Itália)

Cândida Fonseca (Portugal)

Fausto Pinto (Portugal)

Hugo Grancelli (Argentina)

James de Lemos (Estados Unidos)

João A. Lima (Estados Unidos)

John G. F. Cleland (Inglaterra)

Maria Pilar Tornos (Espanha)

Pedro Brugada (Bélgica)

Peter A. McCullough (Estados Unidos)

Peter Libby (Estados Unidos)

Piero Anversa (Itália)

Sociedade Brasileira de Cardiologia

Presidente

Marcus Vinícius Bolívar Malachias

Vice-Presidente

Eduardo Nagib Gaudi

Diretor Científico

Raul Dias dos Santos Filho

Diretora Financeira

Gláucia Maria Moraes Oliveira

Diretor Administrativo

Denilson Campos de Albuquerque

Diretor de Relações Governamentais

Renault Mattos Ribeiro Júnior

Diretor de Tecnologia da Informação

Osni Moreira Filho

Diretor de Comunicação

Celso Amodeo

Diretor de Pesquisa

Leandro Ioshpe Zimerman

Diretor de Qualidade Assistencial

Walter José Gomes

Diretor de Departamentos Especializados

João David de Sousa Neto

Diretor de Relacionamento com Estaduais e Regionais

José Luis Aziz

Diretor de Promoção de Saúde Cardiovascular – SBC/Funcor

Weimar Kunz Sebba Barroso de Souza

Ouvidor Geral

Lázaro Fernandes de Miranda

Editor-Chefe dos Arquivos Brasileiros de Cardiologia

Luiz Felipe P. Moreira

Governador do Capítulo Brasil do ACC

Roberto Kalil Filho

Coordenadorias Adjuntas

Coordenador de Relações Internacionais

David de Pádua Brasil

Coordenador da Universidade Corporativa

Gilson Soares Feitosa Filho

Coordenador de Diretrizes e Normatizações

José Francisco Kerr Saraiva

Coordenador de Registros Cardiovasculares

Otávio Rizzi Coelho

Coordenador de Valorização Profissional

Carlos Japhet da Matta Albuquerque

Coordenador de Novos Projetos

Fernando Augusto Alves da Costa

Coordenadores de Educação Continuada

Marcelo Westerlund Montera e Rui Manuel dos Santos Póvoa

Conselho de Planejamento Estratégico

Andrea Araújo Brandão, Ari Timeman, Dalton Bertolin Precoma, Fábio Biscegli Jatene

Editoria do Jornal SBC

Carlos Eduardo Suaide Silva

Presidentes das Soc. Estaduais e Regionais

SBC/AL – Pedro Ferreira de Albuquerque

SBC/BA – Nivaldo Menezes Filgueiras Filho

SBC/CE – Sandro Salgueiro Rodrigues

SBC/CO – Danilo Oliveira de Arruda

SBC/DF – José Roberto de Mello Barreto Filho

SBC/ES – Bruno Moulin Machado

SBC/GO – Aguinaldo Figueiredo Freitas Jr.

SBC/MA – Márcio Mesquita Barbosa

SBC/MG – José Carlos da Costa Zanon

SBC/MS – Delcio Gonçalves da Silva Junior

SBC/MT – Max Wagner de Lima

SBC/NNE – Claudine Maria Alves Feio

SBC/PA – Sônia Conde Cristino

SBC/PE – Paulo Sérgio Rodrigues Oliveira

SBC/PB – Miguel Pereira Ribeiro

SBC/PI – Wildson de Castro Gonçalves Filho

SBC/PR – Gerson Luiz Bredt Júnior

SBC/RJ (SOCERJ) – Ricardo Mourilhe Rocha

SBC/RN – Maria de Fátima Azevedo

SBC/RO (SOCERON) – João Roberto Gemelli

SBC/RS (SOCERGS) – Gustavo Glotz de Lima

SBC/SC – Maria Emilia Lueneberg

SBC/SE – Sergio Costa Tavares Filho

SBC/SP (SOCESP) – Ibraim Masciarelli Francisco Pinto

SBC/TO – Andrés Gustavo Sánchez

Presidentes dos Departamentos Especializados e Grupos de Estudos

SBC/DA – André Arpad Faludi

SBC/DCC – José Carlos Nicolau

SBC/DCC/CP – Maria Angélica Binotto

SBC/DCM – Elizabeth Regina Giunco Alexandre

SBC/DECAGE – José Maria Peixoto

SBC/DEIC – Luis Eduardo Paim Rohde

SBC/DERC – Salvador Manoel Serra

SBC/DFCVR – João Jackson Duarte

SBC/DHA – Eduardo Costa Duarte Barbosa

SBC/DIC – Samira Saady Morhy

SBCCV – Fabio Biscegli Jatene

SBHCI – Marcelo José de Carvalho Cantarelli

SOBRAC – Denise Tessariol Hachul

GAPO – Bruno Caramelli

GECC – Mauricio Wajngarten

GECESP – Daniel Jogaib Daher

GECETI – Gilson Soares Feitosa Filho

GECHOSP – Evandro Tinoco Mesquita

GEICIP – Gisela Martina Bohns Meyer

GEEN – Andréa Maria Gomes Marinho Falcão

GECO – Roberto Kalil Filho

GEECABE – José Antônio Marin Neto

GEECG – Nelson Samesima

GEICPED – Estela Azeka

GEMCA – Álvaro Avezum Junior

GEMIC – Felix Jose Alvarez Ramires

GERCPM – Tales de Carvalho

GERTC – Marcello Zapparoli

GETAC – João David de Souza Neto

GEVAL – Luiz Francisco Cardoso

Arquivos Brasileiros de Cardiologia

Volume 107, Nº 2, Suplemento 2, Agosto 2016

Indexação: ISI (Thomson Scientific), Cumulated Index Medicus (NLM), SCOPUS, MEDLINE, EMBASE, LILACS, SciELO, PubMed



Av. Marechal Câmara, 160 - 3º andar - Sala 330
20020-907 • Centro • Rio de Janeiro, RJ • Brasil

Tel.: (21) 3478-2700

E-mail: arquivos@cardiol.br

www.arquivosonline.com.br

SciELO: www.scielo.br

Departamento Comercial

Telefone: (11) 3411-5500
e-mail: comercialsp@cardiol.br

Produção Editorial

SBC - Tecnologia da Informação e
Comunicação
Núcleo Interno de Publicações

Produção Gráfica e Diagramação

SBC - Tecnologia da Informação e
Comunicação
Núcleo Interno de Publicações

Os anúncios veiculados nesta edição são de exclusiva responsabilidade dos anunciantes, assim como os conceitos emitidos em artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores, não refletindo necessariamente a opinião da SBC.

Material de distribuição exclusiva à classe médica. Os Arquivos Brasileiros de Cardiologia não se responsabilizam pelo acesso indevido a seu conteúdo e que contrarie a determinação em atendimento à Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 96/08 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que atualiza o regulamento técnico sobre Propaganda, Publicidade, Promoção e informação de Medicamentos. Segundo o artigo 27 da insígnia, "a propaganda ou publicidade de medicamentos de venda sob prescrição deve ser restrita, única e exclusivamente, aos profissionais de saúde habilitados a prescrever ou dispensar tais produtos (...)".

Garantindo o acesso universal, o conteúdo científico do periódico continua disponível para acesso gratuito e integral a todos os interessados no endereço: www.arquivosonline.com.br.



Filiada à Associação
Médica Brasileira

APOIO



Ministério da
Educação

Ministério da
Ciência e Tecnologia



Sumário

1. Introdução e justificativas para elaboração do documento	página 1
1.1. Preâmbulo e metodologia da Diretriz de Dispositivos de Assistência Circulatoria Mecânica	página 1
1.2. Definição de equipe responsável pela avaliação e pelo manejo de pacientes com dispositivos de assistência circulatoria mecânica	página 1
2. Avaliação e manejo de candidatos a dispositivos de assistência circulatoria mecânica	página 2
2.1. Insuficiência cardíaca avançada: conceitos e importância	página 2
2.2. Classificação clínica dos candidatos aos dispositivos de assistência circulatoria mecânica	página 2
2.3. Avaliação do paciente com insuficiência cardíaca candidato ao implante de dispositivo de assistência circulatoria mecânica	página 2
2.4. Manejo clínico do paciente com insuficiência cardíaca avançada hospitalizado	página 3
2.4.1. Monitorização do status de perfusão	página 3
2.4.2. Drogas vasoativas	página 3
2.5. Avaliação pré-implante de dispositivo de assistência circulatoria mecânica	página 3
2.5.1. Ecocardiograma	página 3
2.5.1.1. Avaliação de câmaras esquerdas	página 3
2.5.1.2. Avaliação de função ventricular direita	página 4
2.5.1.3. Avaliações estruturais cardíacas (valvas, shunts e trombos)	página 5
Doenças valvares	página 5
Aorta ascendente	página 5
Pesquisa de shunt	página 5
Pesquisa de trombos	página 5
2.5.2. Preditores de disfunção de ventrículo direito pré-implante de dispositivo de assistência circulatoria mecânica	página 5
2.5.3. Função renal	página 7
2.5.4. Função hepática	página 7
2.5.5. Avaliação hematológica	página 7
2.5.6. Avaliação nutricional	página 7
2.5.7. Outros (insuficiência arterial periférica, gravidez e neoplasias)	página 7
3. Avaliação de custo-efetividade	página 7
4. Banco de dados/Registro Brasileiro de Assistência Circulatoria Mecânica	página 8
5. Dispositivos temporários	página 8
5.1. Seleção de estratégia de dispositivos de assistência circulatoria mecânica temporários	página 8
5.2. Tipos de dispositivos de assistência circulatoria mecânica temporários	página 8
5.3. Indicações e contraindicações	página 8
5.4. Balão intra-aórtico	página 9
5.4.1. Definição/benefício	página 9
5.4.2. Técnica de implante	página 10
5.4.3. Estudos clínicos	página 10
5.5. Dispositivos circulatorios percutâneos	página 10
5.5.1. Definição e benefícios	página 10
5.5.2. Tipos de dispositivos circulatorios percutâneos	página 10
5.5.2.1. Impella®	página 10
5.5.2.2. TandemHeart™	página 10
5.5.3. Técnicas de implante	página 10
5.5.3.1. Impella®	página 10
5.5.3.2. TandemHeart™	página 11

5.5.4. Estudos clínicos	página 11
5.5.4.1. <i>Choque cardiogênico</i>	página 11
5.5.4.2. <i>Procedimentos percutâneos de alto risco</i>	página 11
5.6. Oxigenação por membrana extracorpórea	página 11
5.6.1. Definição, tipos e benefícios	página 11
5.6.2. Técnicas de implante	página 12
5.6.3 Tempo de uso	página 12
5.6.4. Manejo hemodinâmico	página 12
5.6.4.1. <i>Monitorização hemodinâmica</i>	página 12
5.6.4.2. <i>Suporte hemodinâmico</i>	página 12
<i>Suporte inotrópico</i>	página 12
<i>Vasopressores</i>	página 12
<i>Balão intra-aórtico</i>	página 12
5.6.4.3. <i>Desmame da oxigenação por membrana extracorpórea</i>	página 13
5.6.5. Manejo ventilatório	página 13
5.7. Bombas circulatórias paracorpóreas	página 13
5.7.1. Definição, tipos e benefícios	página 13
5.7.2. Técnicas de implante	página 13
5.7.3. Tempo de uso	página 13
5.7.4. Manejo hemodinâmico	página 13
5.8. Complicações dos dispositivos de assistência circulatória mecânica temporários	página 14
5.8.1. Sangramentos	página 14
5.8.2. Hemólise	página 14
5.8.3 Evento embólico	página 14
5.8.4. Lesão vascular	página 14
5.9. Explante de dispositivos de assistência circulatória mecânica temporários	página 14
6. Dispositivos de longa permanência	página 15
6.1. Tipos de dispositivos de assistência circulatória mecânica de longa permanência	página 15
6.2. Indicações e contraindicações	página 15
6.3. Seleção da estratégia de dispositivo de assistência circulatória mecânica de longa permanência	página 15
6.3.1. Ponte para decisão	página 15
6.3.2. Ponte para transplante	página 16
6.3.3. Terapia de destino	página 16
6.4. Manejo perioperatório	página 16
6.4.1. Técnicas de implante do dispositivo de assistência circulatória mecânica de longa permanência	página 16
6.4.2. Anestesia	página 16
6.4.3. Monitorização	página 17
6.4.4. Manejo hemodinâmico	página 17
6.4.5. Ecocardiograma transesofágico	página 17
6.4.6. Otimização e manejo do ventrículo direito	página 17
6.5. Procedimentos concomitantes à implantação de dispositivos de assistência circulatória mecânica de longa permanência	página 18
6.5.1. Procedimentos valvares concomitantes	página 18
6.5.1.1. <i>Valva aórtica</i>	página 18
6.5.1.2. <i>Valva mitral</i>	página 18
6.5.1.3. <i>Valva tricúspide</i>	página 18
6.5.2. Outros procedimentos	página 19
6.5.3. Implante de cardiodesfibrilador implantável	página 19
7. Anticoagulação em dispositivos de assistência circulatória mecânica	página 19
7.1. Anticoagulação e Agregação plaquetária em dispositivos de assistência circulatória mecânica de curta e média duração ³¹	página 19

7.1.1. Heparinização	página 19
7.1.2. Anticoagulação oral	página 20
7.1.3. Antiagregação plaquetária	página 20
7.2. Anticoagulação em dispositivos de assistência circulatória mecânica de longa duração ^{31.114.115}	página 20
7.3. Antiagregação plaquetária em dispositivos de assistência circulatória mecânica de longa duração	página 20
8. Seguimento pós-implante de dispositivo de assistência circulatória mecânica de longa permanência	página 20
8.1. Avaliações clínicas	página 20
8.1.1. Pressão arterial	página 20
8.2. Tratamento medicamentoso de insuficiência cardíaca	página 21
8.3. Cuidados domiciliares	página 21
8.4. Avaliações pós-implante	página 21
8.4.1. Ecocardiograma	página 21
8.4.2. Cateterismo direito	página 21
8.4.3. Angiotomografia computadorizada	página 21
8.4.4. Avaliação cardiopulmonar	página 21
8.5. Qualidade de vida	página 22
8.6. Complicações após implante de dispositivos de assistência circulatória mecânica de longa duração	página 22
8.6.1. Sangramentos maiores	página 22
8.6.2. Disfunção de ventrículo direito	página 22
8.6.3. Eventos neurológicos	página 22
8.6.4. Infecções	página 22
8.6.5. Mau funcionamento de dispositivo	página 23
8.6.6. Trombose de dispositivos de assistência circulatória mecânica	página 23
8.6.7. Hemólise	página 23
8.6.8. Arritmias	página 23
8.6.9. Hipertensão	página 24
8.7. Proposta de critérios de priorização para transplante cardíaco em pacientes com dispositivos de assistência circulatória mecânica	página 25
9. Cuidados paliativos e questões éticas em pacientes com dispositivos de assistência circulatória mecânica	página 25
9.1. Cuidados paliativos	página 25
9.2. Questões éticas envolvendo pacientes com dispositivos de assistência circulatória mecânica	página 25
10. Sumário e fluxograma para implante do dispositivo de assistência circulatória mecânica	página 26
11. Equipe multiprofissional	página 27
11.1. Coordenador do dispositivo de assistência circulatória mecânica	página 27
11.2. Avaliação pré-implante	página 27
11.2.1. Avaliação psicológica	página 27
11.3. Cuidados pós-implante	página 28
11.3.1. Cuidados e treinamentos intra-hospitalar	página 28
11.3.2. Curativos	página 28
11.3.2.1. Dispositivos paracorpóreos	página 28
11.3.2.2. Dispositivo de longa permanência	página 28
11.3.3. Documentação de parâmetros do dispositivo	página 28
11.4. Seguimento ambulatorial	página 28



Diretriz de Assistência Circulatória Mecânica da Sociedade Brasileira de Cardiologia

REALIZAÇÃO

Sociedade Brasileira de Cardiologia

CONSELHO DE NORMATIZAÇÕES E DIRETRIZES

Antonio Carlos Sobral Sousa, Claudio Pereira da Cunha, Lucélia Batista Neves Cunha Magalhães, Sergio Emanuel Kaiser

COORDENADOR DE NORMATIZAÇÕES E DIRETRIZES

José Francisco Kerr Saraiva

AUTORES

Silvia Moreira Ayub-Ferreira, João David de Souza Neto, Dirceu Rodrigues Almeida, Bruno Biselli, Mônica Samuel Avila, Alexandre Siciliano Colafranceschi, Bianca Stefanello, Bráulio Matias de Carvalho, Carisi Anne Polanczyk, Danilo Ribeiro Galantini, Edimar Alcides Bocchi, Eduardo Gregório Chamlian, Elaine Marques Hojaj, Fábio Antonio Gaiotto, Fábio Augusto Pinton, Fabio Biscegli Jatene, Felix José Alvarez Ramires, Fernando Antibas Atik, Fernando Figueira, Fernando Bacal, Filomena Regina Barbosa Gomes Galas, Flávio de Souza Brito, Germano Emílio Conceição-Souza, Gustavo Calado de Aguiar Ribeiro, Jairo Alves Pinheiro Junior, Januário Manoel de Souza, João Manoel Rossi Neto, José Lindemberg da Costa Lima, Juan Cosquillo Mejia, Juliana Rolim Fernandes, Leonardo Baumworcel, Lídia Ana Zytynski Moura, Ludhmila Abrahão Hajjar, Luís Beck-da-Silva, Luis Eduardo Paim Rohde, Luis Fernando Bernal da Costa Seguro, Mabel Leite Pinheiro, Marcelo Park, Marcelo Ramalho Fernandes, Marcelo Westerlund Montera, Marco Stephan Lofrano Alves, Mauro Rogério de Barros Wanderley Júnior, Nelson Hossne, Paulo Manuel Pêgo Fernandes, Pedro Lemos, Rafael Otto Schneidewind, Ricardo Barreira Uchoa, Ronaldo Honorato, Sandrigo Mangini, Sandra Nívea dos Reis Saraiva Falcão, Sergio Augusto Veiga Lopes, Tânia Mara Varejão Strabelli, Tereza Cristina Felipe Guimarães, Ticiane Carolina Gonçalves Faustino Campanili, Victor Sarli Issa

Esta diretriz deverá ser citada como:

Ayub-Ferreira SM, Souza Neto JD, Almeida DR, Biselli B, Avila MS, Colafranceschi AS, et al. Diretriz de Assistência Circulatória Mecânica da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Arq Bras Cardiol 2016; 107(2Supl.2):1-33

Nota: estas Diretrizes se prestam a informar e não a substituir o julgamento clínico do médico que, em última análise, deve determinar o tratamento apropriado para seus pacientes.

Correspondência:

Sociedade Brasileira de Cardiologia
Av. Marechal Câmara, 360/330 – Centro – Rio de Janeiro – CEP: 20020-907
e-mail: scb@cardiol.br

**Declaração de potencial conflito de interesses dos autores/colaboradores da
Diretriz de Assistência Circulatória Mecânica da Sociedade Brasileira de Cardiologia da Sociedade Brasileira de Cardiologia
Se nos últimos 3 anos o autor/colaborador das Diretrizes:**

Nomes Integrantes da Diretriz	Instituição do autor	Participou de estudos clínicos e/ou experimentais subvencionados pela indústria farmacêutica ou de equipamentos relacionados à diretriz em questão	Foi palestrante em eventos ou atividades patrocinadas pela indústria relacionados à diretriz em questão	Foi (é) membro do conselho consultivo ou diretivo da indústria farmacêutica ou de equipamentos	Participou de comitês normativos de estudos científicos patrocinados pela indústria	Recebeu auxílio pessoal ou institucional da indústria	Elaborou textos científicos em periódicos patrocinados pela indústria	Tem ações da indústria
Alexandre Siciliano Colafranceschi	Hospital Pró-Cardíaco - RJ	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Bianca Stefanello	Hospital das Clínicas da Universidade Federal do Paraná - PR	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Bráulio Matias de Carvalho	Hospital de Messejana Dr. Carlos Alberto Studart Gomes - CE	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Bruno Biselli	Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - SP, Hospital Sírio-Libanês - SP	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Carisi Anne Polanczyk	Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de Clínicas de Porto Alegre - RS	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Danilo Ribeiro Galantini	Hospital Sírio-Libanês - SP	Não	CMS Medical	Não	Não	CMS Medical	Não	Não
Dirceu Rodrigues Almeida	Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) - Escola Paulista de Medicina - SP	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Edimar Alcides Bocchi	Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - SP	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Eduardo Gregório Chamlian	Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) - Escola Paulista de Medicina - SP	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Elaine Marques Hojajj	Hospital Sírio-Libanês - SP	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Fábio Antonio Gaiotto	Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - SP	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Fábio Augusto Pinton	Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - SP, Hospital Sírio-Libanês - SP	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Fabio Biscegli Jatene	Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - SP	Não	Berlin Heart	Não	Não	Berlin Heart, St. Jude	Não	Não

Recomendações

Classes (Graus) de recomendação:

Classe I: Condições para as quais há evidências conclusivas, ou, na sua falta, consenso geral de que o procedimento é seguro e útil/eficaz.

Classe II: Condições para as quais há evidências conflitantes e/ou divergência de opinião sobre segurança e utilidade/eficácia do procedimento.

Classe IIa: Peso ou evidência/opinião a favor do procedimento. A maioria aprova.

Classe IIb: Segurança e utilidade/eficácia menos bem estabelecida, não havendo predomínio de opiniões a favor.

Classe III: Condições para as quais há evidências e/ou consenso de que o procedimento não é útil/eficaz e, em alguns casos, pode ser prejudicial.

Níveis de evidência:

Nível A: Dados obtidos a partir de múltiplos estudos randomizados de bom porte, concordantes e/ou de metanálise robusta de estudos clínicos randomizados.

Nível B: Dados obtidos a partir de metanálise menos robusta, a partir de um único estudo randomizado ou de estudos não randomizados (observacionais).

Nível C: Dados obtidos de opiniões consensuais de especialistas.

*A SBC adota em suas diretrizes as mesmas recomendações utilizadas nas diretrizes elaboradas pelo European Society of Cardiology (ESC) e pelo American College of Cardiology (ACC).

1. Introdução e justificativas para elaboração do documento

A Insuficiência Cardíaca (IC) é a consequência de todas as cardiopatias, e sua prevalência vem aumentando exponencialmente, tanto nos países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento, acometendo aproximadamente 2 a 3% da população americana e sendo a principal causa de hospitalização em pacientes acima de 65 anos, com elevadas taxas de mortalidade, de reinternações hospitalares e elevadíssimos custos para qualquer sistema de saúde.

A despeito dos avanços no tratamento clínico, cirúrgico e de estimulação cardíaca, um contingente elevado de pacientes evolui anualmente para um quadro de IC avançada, tornando-se refratário ao tratamento clínico otimizado e demandando considerações para um tratamento mais agressivo, como o Transplante Cardíaco (TC). Apesar de o TC ser aceito como o tratamento de escolha para IC avançada, ele ainda esbarra em limitações importantes, como a falta de doadores, a escassez de centros transplantadores no Brasil e as contraindicações, que são frequentes em pacientes com idade acima de 65 anos. Em virtude dessas limitações e, principalmente, dos avanços no desenvolvimento dos Dispositivos de Assistência Circulatoria Mecânica (DACM) e pelos bons resultados de seus implantes ocorridos em países desenvolvidos, eles já se tornaram uma realidade terapêutica, como ponte para transplante ou mesmo alternativa ao TC. Por outro lado, a incorporação dessa tecnologia em nosso país levanta muitas questões, como a formação de profissionais e equipes treinadas, as estruturas hospitalares adequadas, as fontes pagadoras e o custo-efetividade do procedimento em nosso meio. Todas essas questões aqui colocadas são justificativas para a elaboração de um documento de recomendações para a utilização racional desses dispositivos em nosso país.

Este documento foi elaborado em conjunto por especialistas do Departamento de Insuficiência Cardíaca da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), especialistas da Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular (SBCCV), equipes multiprofissionais e a coordenação da SBC.

1.1. Preâmbulo e metodologia da Diretriz de Dispositivos de Assistência Circulatoria Mecânica

a) Elaboração do documento

No período de janeiro a maio 2015, um grupo de especialistas, entre eles cardiologistas clínicos, cirurgiões cardíacos e equipes multiprofissionais, concluiu a elaboração da primeira diretriz para a incorporação e a utilização dos DACM no tratamento da IC avançada em nossos países. Para a elaboração deste documento, foram constituídos seis grupos de estudos, que elaboraram seus respectivos textos e, posteriormente, em uma reunião presencial, foram discutidos e votados em assembleia as principais recomendações e seus respectivos Níveis de Evidências (já classicamente utilizados em todas as diretrizes nacionais e internacionais). Cabe ressaltar que, até o momento, são escassos os estudos randomizados comparando a eficácia dos dispositivos diante do tratamento convencional da

IC avançada, e que não existe um estudo randomizado que compare essa modalidade terapêutica como destino em relação ao TC. Por estas limitações, a maioria das recomendações do documento está balizada na opinião de especialistas de centros de países desenvolvidos com experiência no procedimento.

b) Grupos de estudo e temas discutidos

Grupo I: Introdução, metodologia e justificativas para a elaboração do documento. Pré-requisitos para centros hospitalares e para equipes multiprofissionais para implantação de programas e realização de implantes. Indicações, seleção dos pacientes, critérios clínicos e hemodinâmicos (Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support – INTERMACS) para implante dos dispositivos.

Grupo II: Avaliação clínica, laboratorial, hemodinâmica e ecocardiográfica dos candidatos a receberem dispositivos. Discussão dos tipos de dispositivos aprovados para uso em nosso país, escolha dos mesmos em diferentes cenários clínicos que se apresentam os pacientes. Técnicas de implantes, suporte hemodinâmico no intra e pós-operatório, bem como necessidade de migração para um segundo tipo de dispositivos.

Grupo III: Discussão e abordagem das complicações de pós-operatório, complicações tromboembólicas, hemorrágicas e infecciosas.

Grupo IV: Cuidados e assistência multiprofissional nas fases pré-operatória, pós-operatória e seguimento ambulatorial. Discussão dos aspectos éticos relacionados ao procedimento, tanto sobre sua indicação bem como sua descontinuação.

Grupo V: Discussão dos custos do procedimento e relações de custo-efetividade nos sistemas de saúde pública e saúde suplementar, diante da realidade do orçamento da saúde, para procedimentos de alto custo em nosso país.

c) Conflitos de interesse

Seguindo as orientações de boas práticas e compliance da SBC, existe a obrigatoriedade individual de declarações de potenciais conflitos de interesse de todos os profissionais envolvidos na concepção, na elaboração, na votação das evidências e nas recomendações, bem como na divulgação deste documento.

1.2. Definição de equipe responsável pela avaliação e pelo manejo de pacientes com dispositivos de assistência circulatoria mecânica

A definição de centros especializados para o tratamento de pacientes com IC avançada, bem como a composição das equipes responsáveis pela avaliação e pelo manejo de pacientes com DACM, é fundamental para a referência precoce e melhora da assistência. Dividimos os serviços terciários de assistência à saúde em:

- Centro de tratamento de IC: qualquer centro de tratamento de IC, de preferência vinculado a um centro transplantador. Esses centros são capacitados para implante de DACM de curta permanência, como ponte para decisão.

Diretrizes

- Centros transplantadores: centros aptos ao implante de dispositivos de curta, média e longa permanência, como ponte para decisão, recuperação, transplante e terapia de destino. Recomendamos que os centros transplantadores tenham, na equipe de assistência a pacientes com DACM, os seguintes componentes: cirurgião cardíaco, com treinamento e experiência em assistência circulatória mecânica e TC; hemodinamicista; cardiologista treinado no manejo clínico de pacientes com IC avançada; coordenador de dispositivo; e equipe multidisciplinar capacitada no tratamento de pacientes com IC avançada, pós-operatório do implante do DACM e acompanhamento ambulatorial.

2. Avaliação e manejo de candidatos a dispositivos de assistência circulatória mecânica

2.1. Insuficiência cardíaca avançada: conceitos e importância

Apesar do tratamento clínico otimizado e da utilização de dispositivos, quando indicado, pacientes com IC podem apresentar quadro clínico de progressão da doença, com sintomas limitantes, frequentes hospitalizações, comprometimento hemodinâmico e prognóstico reservado, definindo IC avançada.¹ Sua definição objetiva pode favorecer a prioridade no desenvolvimento de estratégias para prevenção e tratamento. A definição de IC avançada, conforme a European Society of Cardiology, está descrita no quadro 1.²

No nosso meio a etiologia chagásica pode ser um fator de risco para a IC avançada.³⁻⁵

2.2. Classificação clínica dos candidatos aos dispositivos de assistência circulatória mecânica

No cenário da IC avançada, a classificação clínica dos pacientes baseada nas classes funcionais propostas pela New York Heart Association (NYHA) não mais possibilita uma adequada seleção daqueles que devem se beneficiar de terapias medicamentosas, Cardiodesfibriladores Implantáveis (CDI), resincronizadores ventriculares, TC ou DACM.

Esses pacientes, que permanecem sintomáticos apesar de toda terapia otimizada disponível, devem ser classificados de modo diferenciado. Dentro dessa perspectiva, os sete perfis clínicos (e seus modificadores) propostos pela INTERMACS oferece uma classificação conveniente, de fácil aplicação clínica, e que fornece o status atual do paciente com IC avançada, o risco pré-operatório do implante do DACM e o tempo em que a intervenção deve ser indicada (Quadro 2).⁶

Atualmente com cerca de 15 mil pacientes com DACM de longa permanência em seu último relatório, o registro INTERMACS revela que 37,5% dos DACM foram implantados em pacientes em perfil 2 e 28,8% em pacientes em perfil 3. Cerca de 15% dos DACM foram implantados em pacientes em perfil 1 e 13,8% em pacientes em perfil 4.⁷

Após o primeiro registro INTERMACS, observou-se que vários casos não eram adequadamente caracterizados pelos perfis clínicos propostos. Por isso, três condições clínicas, que potencialmente aumentam a gravidade do perfil clínico inicial, foram adicionadas aos perfis e devem ser utilizados para classificar de modo mais acurado, quais sejam arritmias (Taquicardia Ventricular – TV/uso de CDI), uso de suporte circulatório temporário e internações frequentes.^{6,8}

2.3. Avaliação do paciente com insuficiência cardíaca candidato ao implante de dispositivo de assistência circulatória mecânica

Um dos principais fatores determinantes do sucesso do implante do DACM é a seleção apropriada do paciente. A correta seleção do paciente envolve três fatores principais: (1) identificar pacientes com IC avançada, para o qual o risco do implante do DACM suplanta a mortalidade da doença atual, tornando o procedimento benéfico; (2) garantir que a doença não esteja em estágio tão avançado, situação em que o implante do DACM resulta em morbidade e mortalidade ao paciente, devido ao aumento do índice de complicações; (3) assegurar que não existam contraindicações ao implante do DACM.^{9,10}

Inicialmente, todos os pacientes com IC avançada devem ter qualquer causa reversível abordada antes do implante de DACM, assim como necessitam ser avaliados quanto à possibilidade do TC.

Quadro 1 – Definição de insuficiência cardíaca (IC) avançada

Todos os seguintes itens devem estar presentes:

Sintomas importantes de IC com dispnéia e/ou fadiga em repouso ou mínimos esforços (NYHA classe funcional III ou IV)

Episódios de retenção de líquidos (congestão pulmonar e/ou sistêmica ou periférica) e/ou de redução de débito cardíaco em repouso com hipoperfusão periférica

Evidência objetiva de disfunção cardíaca importante, incluindo pelo menos FEVE < 30%, ou comprometimento diastólico importante de enchimento ventricular esquerdo com padrão restritivo, ou pseudonormal, ou pressão média de enchimento de ventrículo esquerdo (capilar pulmonar) > 16 mmHg, ou pressão média de átrio direito > 12 mmHg, ou aumento importante dos níveis de BNP ou NT-ProBNP

Importante comprometimento de capacidade física, com incapacidade para realizar exercício, ou distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos < 300 m (a ser ajustado para idade e sexo), ou consumo de oxigênio durante exercício máximo < 14 mL/kg/minuto

História de pelo menos uma hospitalização nos últimos 6 meses.

NYHA: New York Heart Association; FEVE: fração de ejeção de ventrículo esquerdo; BNP: peptídeo natriurético cerebral; NT-ProBNP: porção N-terminal do pró-hormônio do peptídeo natriurético do tipo B.

Quadro 2 – Classificação de *Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support* (INTERMACS)

Perfil	Descrição	Estado hemodinâmico	Tempo para intervenção
1	Choque cardiogênico grave	Hipotensão persistente, apesar do uso de inotrópicos e BIA associada à disfunção orgânica	Horas
2	Declínio progressivo, apesar do uso de inotrópico	Declínio da função renal, hepática, nutricional e lactatemia, a despeito do uso de agentes inotrópicos em doses otimizadas	Dias
3	Estável às custas de inotrópico	Estabilidade clínica em vigência de terapia inotrópica, mas com histórico de falência do desmame	Semanas a meses
4	Internações frequentes	Sinais de retenção hídrica, sintomas ao repouso e passagens frequentes a unidades de emergência	Semanas a meses
5	Em casa, intolerante aos esforços	Limitação marcante para atividades, porém confortável ao repouso, a despeito de retenção hídrica	Urgência variável, dependente do estado nutricional e do grau de disfunção orgânica
6	Limitação aos esforços	Limitação moderada aos esforços e ausência de sinais de hipervolemia	Urgência variável, dependente do estado nutricional e do grau de disfunção orgânica
7	NYHA III	Estabilidade hemodinâmica e ausência da hipervolemia	Sem indicação

NYHA: New York Heart Association.

O Seattle Heart Failure Model (SHFM) foi avaliado para a estratificação de risco de pacientes com IC estágio D ambulatoriais para potencial implante de DACM como terapia de destino. Ele foi aplicado com a adição prospectiva do uso de agentes inotrópicos (dobutamina e/ou milrinona), uso de balão intra-aórtico e ventilação mecânica em pacientes participantes do estudo REMATCH (Randomized Evaluation of Mechanical Assistance in Treatment of Chronic Heart Failure). Nessa análise, o SHFM mostrou-se altamente preditivo de sobrevida ($p = 0,0004$), podendo ser recomendado para estratificação de risco para pacientes candidatos à DACM como terapia de destino em estágio final da IC.^{11,12}

Insuficiência Renal (IR) perioperatória, IC direita preexistente, disfunção hepática, uso de ventilação mecânica no período pré-operatório, extremos de peso e reoperação estão consistentemente relacionados a piores desfechos clínicos após implante de DACM.^{10,13,14}

Os principais escores preditores de risco de implante de DACM estão descritos no quadro 3.

2.4. Manejo clínico do paciente com insuficiência cardíaca avançada hospitalizado

O paciente em choque cardiogênico, independentemente de sua etiologia, apresenta-se com sinais e sintomas clínicos que ilustram o desequilíbrio oferta-consumo de oxigênio e a disóxia tecidual. Na fase inicial do tratamento do paciente em choque, assim como durante toda sua evolução, são essenciais a adequação da volemia, o suporte farmacológico para manutenção da pressão arterial e do débito cardíaco, e a otimização dos níveis de hemoglobina, que, em associação com a oxigenação adequada, visam restaurar a homeostase orgânica.

2.4.1. Monitorização do status de perfusão

Consiste na avaliação de índices específicos de perfusão sistêmica, por meio de monitorização cardíaca contínua, oximetria de pulso, medidas invasivas de pressão arterial, pressão venosa central e controle de diurese.

O controle laboratorial de marcadores de disfunção de órgãos e tecidos é feito pela observação de função renal, função hepática, perfusão tecidual (por exemplo: lactato) e medidas de índice de saturação de oxigênio venoso.

Em casos selecionados de difícil manejo clínico, pode-se utilizar um Cateter de Artéria Pulmonar (CAP), para avaliação hemodinâmica e auxílio no manejo das drogas vasoativas.

2.4.2. Drogas vasoativas

As características das principais drogas vasoativas utilizadas nos pacientes com IC avançada hospitalizados e choque cardiogênico estão descritas no quadro 4.

2.5. Avaliação pré-implante de dispositivo de assistência circulatoria mecânica

2.5.1. Ecocardiograma

A avaliação de um paciente candidato ao DACM deve incluir um Estudo Ecocardiográfico Transtorácico (ETT) completo e complementação com Ecocardiograma Transesofágico (ETE). A avaliação ecocardiográfica é útil na quantificação das funções ventriculares esquerda e direita, no diagnóstico de doenças valvares, na pesquisa de trombos, no diagnóstico de shunts e na pesquisa de anormalidades da aorta torácica e da artéria pulmonar. O ETE transoperatório também orienta o correto posicionamento das cânulas e o ajuste inicial dos parâmetros do DACM durante o implante. As informações obtidas no período pré-implante devem servir como parâmetro comparativo para estudos seriados após o implante.¹⁹⁻²²

2.5.1.1. Avaliação de câmaras esquerdas

Inclui medida das dimensões, espessuras, volumes e fração de ejeção pelo método de Simpson. Os índices de função diastólica e a graduação da disfunção devem ser relatados. Uma relação $E/e' > 15$ indica Pressão Capilar Pulmonar (PCP) elevada, > 20 mmHg.^{23,24}

Diretrizes

Quadro 3 – Escores preditores de risco pós-implante de dispositivo de assistência circulatoria mecânica

Escore de risco para terapia de destino ¹⁵	Escore de risco para terapia de ponte/destino (HMII escore) ¹⁶	Escore de risco pré-operatório ¹⁷	Escore de risco pré-operatório ¹⁸
Risco de óbito hospitalar em 90 dias (fluxo pulsátil)	Risco de óbito em 90 dias (fluxo contínuo)	Risco de óbito após implante (média de 84 dias)	Risco de óbito após implante (média de 100 dias)
Plaquetas < 148.000/ μ L OR: 7,7	Idade (por 10 anos) OR: 1,32	Débito urinário < 30 mL/hora RR: 3,9	Falência respiratória/sepse OR: 11,2
Albumina < 3,3 mg/dL OR: 5,7	Albumina OR: 0,49	PVC > 16 mmHg RR: 3,1	Insuficiência cardíaca direita OR: 3,2
INR > 1,1 OR: 5,4	Creatinina OR: 2,1	Ventilação mecânica RR: 3	Idade > 65 anos OR: 3,01
Uso de vasodilatador OR: 5,2	INR OR: 3,11	Tempo de protrombina > 16 segundos RR: 2,4	Falência ventricular aguda pós-cardiotomia OR: 1,8
Pressão média da artéria pulmonar < 25 mmHg OR: 4,1	Volume do centro < 15 implantes OR: 2,24	Reoperação RR: 1,8	Infarto agudo do miocárdio OR: 1,7
TGP > 45 U/mL OR: 2,6		Leucócitos > 15.000 RR: 1,1	
Hematócrito < 34% OR: 3,0		Temperatura > 101,5 F RR: 0	
BUN > 51 U/dL OR: 2,9			
Uso de Inotrópicos intravenosos OR: 2,9			

HMII: HeartMate II; OR: odds ratio; RR: risco relativo; PVC: pressão venosa central; INR: índice internacional normalizado; TGP: transaminase glutâmico pirúvica; BUN: blood urea nitrogen.

Quadro 4 – Drogas vasoativas em pacientes hospitalizados com insuficiência cardíaca avançada

Droga	Dose (mcg/kg.min)	Ação	Efeito				Efeitos adversos
			DC	FC	RVS	RVP	
Inotrópicos							
Dobutamina	2,5-5,0	β_1 e β_2	↑	↑	↓	←	Taquiarritmias, hipotensão/hipertensão e hipersensibilidade
	5,0-20	β_1 , β_2 e α	↑	↑	←	←	
Milrinona	0,125-0,75	Inibidor da fosfodiesterase 3	↑	↑	↓	↓	Taquiarritmias e hipotensão
Vasopressores							
Adrenalina	0,05-0,5	β_1 , β_2 e α	↑	↑	↑	↑	Taquiarritmias, hipertensão e isquemia miocárdica
Dopamina	5-10	β_2	↑	↑	←	←	Taquiarritmias e hipotensão/hipertensão
	10-15	β_2 e α	↑	↑	↑	←	
Noradrenalina	0,01-2,0	β_1 e α	↑	↑	↑	←	Taquiarritmias e hipertensão
Vasopressina	0,01-0,04 UI/min	V1, V2, V3	↑	←	↑	↓	Isquemia miocárdica e necrose de extremidades

DC: débito cardíaco; FC: frequência cardíaca; RVS: resistência vascular sistêmica; RVP: resistência vascular pulmonar.

2.5.1.2. Avaliação de função ventricular direita

Os efeitos de um DACM sobre a função do Ventrículo Direito (VD) dependem do balanço entre o benefício causado pela decompressão das câmaras esquerdas (diminuição da pós-carga ao VD) e a maior carga volumétrica que chega ao Átrio Direito (AD; aumento de pré-carga do VD).

A decompressão das câmaras esquerdas também gera mudanças na geometria das câmaras direitas, como o deslocamento dos Septos Interatrial (SIA) e Interventricular (SIV) para a esquerda, e alterações na estrutura do anel tricúspide, podendo piorar o grau de uma Insuficiência Tricúspide (IT) preexistente, gerando mais sobrecarga para o VD.²⁵

Considerando que o débito cardíaco do VD determina a pré-carga ao Ventrículo Esquerdo (VE), uma redução significativa da função ventricular direita resulta em diminuição do débito pelo DACM. Estima-se que em torno de 30% dos pacientes que recebem um DACM à esquerda evolui com disfunção ventricular direita limitante. Por esses motivos, uma avaliação criteriosa da função do VD é mandatória antes do implante, sendo que, na presença de disfunção moderada a importante, deve-se estar preparado para o implante de suporte biventricular.²⁶

Na avaliação da função do VD pré-implante de DACM, recomenda-se que sejam aferidas as dimensões do VD, e feita a avaliação semiquantitativa da contratilidade longitudinal e radial do VD, a qual deve ser complementada por índices quantitativos, como cálculo da Variação Fracional da Área (VFA; valores < 20% estão relacionados a um risco elevado de disfunção do VD após o implante),²⁷ Deslocamento Sistólico do Plano do Anel Tricúspide (TAPSE) pelo modo M, velocidade sistólica máxima do anel tricúspide lateral estimado pelo Doppler tecidual (s') e índice de performance do VD.^{23,28} O quadro 5 mostra os principais índices utilizados para avaliação das dimensões e da função do VD.

2.5.1.3. Avaliações estruturais cardíacas (valvas, shunts e trombos)

Doenças valvares

Devem ser feitas a descrição do mecanismo e a quantificação das estenoses valvares, pois elas limitam o aumento do fluxo sanguíneo. A insuficiência aórtica significativa gera recirculação do fluxo (ciclo fútil) e diminui o débito pelo DACM. A IT importante pode ser fator de sobrecarga ao VD no pós-implante.^{29,30}

Aorta ascendente

Avaliam-se os diâmetros do anel valvar, raiz aórtica ao nível dos seios de Valsalva, junção sinotubular e segmento ascendente. Ateromatose importante ou presença de placas complexas com protrusão luminal são fatores de risco para embolização durante o implante de DACM.²¹

Pesquisa de shunt

Com a decompressão das câmaras esquerdas, um shunt direita-esquerda se estabelece na presença de Forame Oval Patente (FOP), aumentando o risco de hipoxemia e embolia paradoxal. A pesquisa de FOP deve ser realizada antes e após o funcionamento do DACM, principalmente com ETE.²⁰

Pesquisa de trombos

A pesquisa de trombos deve ser minuciosa no período pré-implante, sendo mais comuns em áreas de alteração da mobilidade segmentar de parede, ápice do VE e apêndice atrial esquerdo, sendo que o ETE tem papel importante nessa avaliação.

Quadro 5 – Parâmetros e valores de referência para avaliação do ventrículo direito

Parâmetro	Valor normal
Dimensões	
Diâmetro basal A4C, mm	25-41
Diâmetro médio A4C, mm	19-35
Diâmetro longitudinal A4C, mm	59-83
Diâmetro da via de saída PEL, mm	20-30
Área diastólica final, cm²	
Homem	10-24
Mulher	8-20
Área sistólica final, cm²	
Homem	3-15
Mulher	3-11
Função	
Varição fracional área, %	
Normal	> 35
Redução discreta	30-35
Redução moderada	25-29
Redução importante	< 25
Deslocamento anular tricúspide, mm	
Anormal	< 17
Velocidade sistólica s' do anel tricúspide lateral, cm/s	
Anormal	< 9,5
Índice de performance de VD	
Anormal Doppler tecidual	> 0,54
Anormal Doppler pulsado	> 0,43

2.5.2. Preditores de disfunção de ventrículo direito pré-implante de dispositivo de assistência circulatoria mecânica

A disfunção de VD é multifatorial e inclui fatores como aumento da pré-carga, isquemia ventricular e interdependência mecânica da geometria ventricular. Sua ocorrência é um dos problemas mais graves após implante de DACM para VE, ocorrendo em até 30% dos casos e estando relacionada com um aumento de seis vezes da morbidade e da mortalidade (aumento do risco de até 67%).^{26,31}

Os fatores de risco e os principais escores de risco para disfunção de VD pós-implante de DACM estão descritos nos quadros 6 e 7.

O implante de DACM univentricular esquerdo deve ser realizado com cautela em pacientes com dilatação importante do VD, IT moderada a importante, anel da válvula tricúspide > 45 mm e Pressão Venosa Central (PVC) > 15 mmHg. Desse modo, as variáveis hemodinâmicas

Diretrizes

Quadro 6 – Fatores de risco para disfunção de ventrículo direito (VD) pós-implante de DACM³²

Indicação de implante	Terapia de destino
Sexo	Feminino
Suporte pré-implante	Necessidade de vasopressor e uso de balão intra-aórtico Respiratório: suporte ventilatório invasivo Hepático: TGO \geq 80 UI/L, bilirrubina > 2,0 mg/dL Renal: creatinina sérica \geq 2,3 g/dL Necessidade de terapia de substituição renal prévia
Disfunções orgânicas	Nutricional: albumina \leq 3,0 g/dL Coagulação: plaquetas < 120.000 Outros: aumento de BNP, PCR, procalcitonina
Disfunção de VD	Diâmetro diastólico do VD > 35 mm, FAC < 30%, átrio direito > 50 mm
Medidas hemodinâmicas	PVC \geq 15 mmHg ou PVC/PCP \geq 0,63, trabalho indexado de VD \leq 300 mmHg mL/m ² ; pressões de artéria pulmonar baixas, baixo índice cardíaco ou RVP elevada
Outros	Miocardiopatia não isquêmica, reoperação, IT importante, TEP prévio

TGO: transaminase glutâmico oxalacética; BNP: peptídeo natriurético cerebral; PCR: proteína C-reativa; FAC: variação fracional de área; PVC: pressão venosa central; PCP: pressão capilar pulmonar; RVP: resistência vascular pulmonar; IT: insuficiência tricúspide; TEP: tromboembolismo pulmonar.

Quadro 7 – Principais escores de risco para falência de ventrículo direito (VD) após implante de dispositivo de assistência circulatoria mecânica (DACM) para ventrículo esquerdo (VE)

Escore	Variáveis	Predição
University of Michigan, RV Failure Risk Score, Matthewss e cols. ³³	Necessidade vasopressor: 4 pontos TGP \geq 80 IU/L: 2 pontos Bilirrubinas \geq 2,0 mg/dL: 2,5 pontos Creatinina \geq 2,3 mg/dL ou hemodiálise: 3 pontos	Razão verossimilhança para falência de VD \geq 5,5 pontos: 7,6 4,0-5,0 pontos: 2,8 \leq 3,0 pontos: 0,49
Kormos e cols. ³⁴	Preditores independentes pré-operatórios para disfunção precoce de VD: PVC/PCP > 0,63 Suporte ventilatório BUN > 39 mg/dL	Sobrevida 365 dias: Sem disfunção de VD: 78% Disfunção de VD precoce: 59% ($p < 0,001$)
University of Pennsylvania, RV Failure Risk Score, Fitzpatrick e cols. ³⁵	Índice cardíaco \leq 2,2 L/min/m ² : 18 pontos IRVS \leq 0,25 mmHg-L/m ² : 18 pontos Disfunção de VD importante: 17 pontos Creatinina sérica \geq 1,9 mg/dL: 17 pontos Cirurgia cardíaca prévia: 16 pontos Pressão arterial sistólica \leq 96 mmHg: 13 pontos	< 30: 96%, assistência esquerda isolada \geq 65 pontos: 11%, assistência esquerda isolada
Escore CRITT ³⁶	PVC > 15 mmHg: 1 ponto Disfunção VD grave: 1 ponto Ventilação mecânica pré-operatória: 1 ponto Insuficiência tricúspide importante: 1 ponto Taquicardia (> 100 bpm) = 1 ponto	1-2 pontos: baixo risco de disfunção de VD 2-3 pontos: moderado risco de disfunção de VD 4-5 pontos: alto risco de disfunção de VD

TGP: transaminase glutâmico pirúvica; PVC: pressão venosa central; PCP: pressão capilar pulmonar; BUN: blood urea nitrogen; IRVS: índice resistência vascular sistêmica.

refletem diretamente o aumento da pré e pós-cargas, e as reduções na contratilidade de VD, enquanto as consequências da disfunção de VD como congestão venosa e hipoperfusão de órgãos são refletidas como alterações significativas das funções hepáticas e renais.^{31,37}

Os parâmetros hemodinâmicos considerados ótimos em relação à função ventricular direita e que diminuiriam o risco de disfunção de VD pós-implantes seriam: PVC \leq 8 mmHg; PCP \leq 18 mmHg; PVC/PCP \leq 0,66; Resistência Vascular Pulmonar (RVP) $<$ 2 unidades wood e trabalho indexado de VD \geq 400 mL/m².

Recomendações para predição de disfunção de ventrículo direito

Recomendação	Classe	Nível de evidência
Todos os pacientes devem realizar avaliação ecocardiográfica da função do VD antes do implante de DACM		C
Todos os pacientes devem realizar avaliação invasiva das pressões de enchimento intracardiacas antes do implante de DACM, com especial destaque para a hemodinâmica do VD	I	C
Todos os pacientes devem realizar avaliação clínica e laboratorial para indicadores de disfunção de VD		C
Todos os pacientes devem ser avaliados para implante planejado biventricular, quando se caracteriza uma disfunção importante do VD		C

2.5.3. Função renal

A IR pré-implante DACM é comum e pode ser secundária a vários fatores, incluindo hipertensão venosa renal, hipoperfusão renal, terapêutica diurética intensiva, doença renal preexistente e ativação neuro-hormonal pela IC. O grau de disfunção renal e os níveis de creatinina sérica são fatores prognóstico de mortalidade após implante de DACM, sendo que a diálise permanente está associada a altos níveis de morbidade e mortalidade, especialmente na terapia de destino.^{16,31} Assim, diálise permanente deve ser uma contraindicação para a terapia de destino.

2.5.4. Função hepática

A disfunção hepática na IC avançada pode ser resultado de choque circulatorio e/ou da hipertensão venosa crônica, e está relacionada a maior morbimortalidade após implante de DACM. Elevação das bilirrubinas, INR e transaminases, presença de ascite e encefalopatia hepática, hipoalbuminemia e altos escores Model for End-Stage Liver Disease (MELD) e Child-Pug são as principais alterações hepáticas relacionadas com esse pior prognóstico^{31,38} – sobretudo a hipoalbuminemia e o INR alto.¹⁶ Pacientes com cirrose confirmada ou escore MELD elevado têm contraindicação para o implante de DACM.

2.5.5. Avaliação hematológica

Pacientes com DACM podem apresentar complicações devido à anticoagulação insuficiente (trombótica) ou excessiva (complicações hemorrágicas). O uso de drogas

antitrombóticas ou anticoagulantes orais por doença prévia, heparinização residual ou coagulopatia do pós-operatório de cirurgia cardíaca, IR ou hepática complicando o quadro de choque, ou uso recente de drogas hemostáticas (como fator VIIa recombinante) precisam ser considerados na formulação de metas de anticoagulação.³⁹

Assim, a avaliação pré-implante consiste em informações atuais e progressas da condição clínica do paciente, além dos testes habituais para avaliar a hemostasia, a saber: Tempo de Tromboplastina Parcial Ativada (TTPA), Tempo de Protrombina (TP), fibrinogênio, Tempo de Sangramento (TS) e tempo de coagulação. A avaliação também leva em conta as funções renal e hepática. Exames adicionais devem ser orientados pelo contexto clínico, como na doença hepática, na qual o nível elevado de fator VIII ou fibrinogênio pode coexistir com um TP prolongado, apesar de um estado de hipercoagulabilidade ser demonstrado por testes viscoelásticos (tromboelastografia ou tromboelastograma).³⁹ No entanto, estes testes e o Tempo de Coagulação Ativado (TCA) têm maior aplicação na manutenção da anticoagulação do que na avaliação antes do implante.⁴⁰ Pacientes com coagulopatia subjacente significativa irreversível ou impossibilidade de anticoagulação têm contraindicação para o DACM.

2.5.6 Avaliação nutricional

Pacientes com IC avançada, em geral, estão desnutridos. A avaliação nutricional pré-implante dos DACM é de fundamental importância, devido a implicações diretas no pós-implante e na evolução do paciente. Estados nutricionais deficientes aumentam o risco de infecções e retardam a recuperação.^{41,42} Tal avaliação engloba anamnese nutricional e exame físico direcionado, com avaliação antropométrica específica, além de estimativa do gasto energético, perfil bioquímico, hematológico e hidroeletrólítico.⁴³

2.5.7. Outros (insuficiência arterial periférica, gravidez e neoplasias)

Considerando-se a doença vascular um fator complicador importante nos implantes de DACM, todos os pacientes de alto risco para essa doença devem ser estratificados, especialmente no sistema aortocarotídeo, devido ao aumento do risco de complicações neurológicas.

As mulheres em fase gestacional não são elegíveis para o DACM; aquelas em idade fértil devem adotar métodos contraceptivos de barreira.

A avaliação da evolução de doenças malignas tratadas é fundamental e deve ser realizada em conjunto com o oncologista. Pacientes com neoplasias com tratamento recente e curta expectativa de vida não devem ser elegíveis para DACM.

3. Avaliação de custo-efetividade

Os DACM são inovações tecnológicas importantes para o manejo da IC avançada, associados com custos extremamente elevados, o que torna as avaliações econômicas fundamentais para orientar a incorporação e a difusão dessa tecnologia.

Diretrizes

Os custos cumulativos com esses dispositivos cresceram exponencialmente nos últimos anos. Por exemplo, nos Estados Unidos, no período de 2007 a 2011, o uso de DACM percutâneos para suporte aumentou 1511%.⁴⁴ Com os avanços nessa terapia, é esperado que esses números sejam ainda maiores nos próximos anos, ultrapassando gastos com TC.⁴⁵

O custo dos DACM de longa permanência propriamente ditos representa o maior valor relacionado com a implementação da estratégia (60 a 70%), ocorrendo grande variação conforme o mercado e o país de origem. Entretanto, vale destacar que, da perspectiva econômica, os componentes de análises de custo-efetividade devem incluir não somente o custo dos dispositivos, mas também das avaliações pré-operatórias, tempo de internação prolongada, manejo subsequente ao implante e complicações relacionadas aos dispositivos, como infecções, sangramentos, eventos tromboembólicos, entre outros.⁴⁶

Os primeiros estudos de custo-efetividade envolvendo dispositivos pulsáteis de primeira geração (HeartMate VE[®] e Novacor[®]) mostraram relações de custo-efetividade muito desfavoráveis (> US\$ 400.000/QALY, sigla do inglês quality-adjusted life-year, qualidade ajustada por ano de vida) como terapia de destino, especialmente pela efetividade reduzida dos dispositivos.⁴⁷ Com os DACM de fluxo contínuo, com melhores resultados em sobrevida e menos complicações, notou-se melhora nessa relação de custo-efetividade, apesar de análises europeias e norte-americanas os apontarem ainda como não custo-efetivos. Para se tornarem uma estratégia custo-efetiva, são necessários resultados clínicos melhores, taxa menor de complicações, qualidade de vida melhor e redução do custo do dispositivo.⁴⁸⁻⁵⁰

Dados sobre a relação de custo-efetividade dos dispositivos de suporte de curta-duração são pouco disponíveis. Um estudo inglês comparou algumas opções do mercado para adultos (CentriMag[®], Impella[®] 5.0, Maquet CardioHelp[®], BPX-80[®] e DP-3 Medos[®]) e crianças (PediVAS[®], BP-50 Medtronic[®]), sob a ótica dos hospitais da Inglaterra. CentriMag[®] e PediVAS[®] foram as melhores opções, em comparação com os demais.⁵¹ No entanto, a principal limitação de todas essas análises econômicas é a carência de ensaios clínicos adequados que avaliem a efetividade e a segurança dessas estratégias.⁵²

Assim, tanto na perspectiva de estratégia de ponte para transplante ou como terapia de destino, os DACM não alcançam os limites tradicionais de custo-efetividade, embora estejam em amplo uso em muitos países. No Brasil, não temos dados disponíveis sobre o uso e os custos desses dispositivos, restringindo qualquer avaliação aos cenários internacionais. Com certeza devemos perseguir a redução de custos dos dispositivos em curto e médio prazo para tornar viável essa alternativa terapêutica para os brasileiros.

4. Banco de dados/Registro Brasileiro de Assistência Circulatória Mecânica

O Registro Brasileiro de Assistência Circulatória Mecânica deve incluir pacientes que receberem o DACM. No registro, serão reportados dados dos pacientes previamente ao implante, informações do dispositivo, de seu implante e do período pós-operatório, até a alta hospitalar. O seguimento

deve ser feito e reportado em prazos pré-especificados, com o intuito de identificar potenciais complicações e avaliar o resultado do tratamento no nosso meio. A compilação de dados dos diversos centros nacionais em um único registro permitirá um desenvolvimento mais rápido dessa terapia no país, com potencial melhora na seleção dos pacientes e na qualidade dos cuidados após o implante.

5. Dispositivos temporários

5.1. Seleção de estratégia de dispositivos de assistência circulatória mecânica temporários

Os DACM temporários podem ser utilizados no resgate hemodinâmico e para se obter estabilidade clínica, incluindo a possibilidade de recuperação da função cardíaca, bem como a realização do transplante, definindo, assim, três estratégias que podem ser sobrepostas:

1. Ponte para decisão: deve ser considerada em pacientes gravemente enfermos, cuja necessidade de suporte hemodinâmico é imediata, devido ao alto risco de morte por falência cardíaca. Nesse contexto, diferentes cenários podem ocorrer (ausência de recuperação neurológica, disfunção de múltiplos órgãos, estabilização hemodinâmica com necessidade de outros dispositivos, entre outros), não sendo possível estabelecer, no momento do implante, qual a estratégia final de tratamento (por exemplo: pós-parada cardiopulmonar).⁵³

2. Ponte para recuperação: situação na qual existe a perspectiva de melhora da função ventricular após insulto agudo, sendo retirado o dispositivo com a melhora da função ventricular, como, por exemplo: disfunção ventricular pós-Infarto Agudo do Miocárdio (IAM), Takotsubo e miocardite.⁵⁴

3. Ponte para transplante: situação em que os dispositivos podem oferecer suporte hemodinâmico e estabilidade clínica até a realização do TC, no contexto da gravidade progressiva dos pacientes e pela indisponibilidade de realização do transplante em um curto prazo.

5.2. Tipos de dispositivos de assistência circulatória mecânica temporários

As principais características dos DACM temporários disponíveis no Brasil estão no quadro 8.⁵⁵

5.3. Indicações e contraindicações

Conceitualmente, os DACM temporários estão indicados preferencialmente em pacientes INTERMACS 1 e 2, mas pacientes em INTERMACS 3, dependentes de altas doses de inotrópicos ou ao alto risco de instabilização podem ser considerados candidatos.

As principais indicações para DACM temporários estão descritas no quadro 9.

Dentre as contraindicações aos DACM temporários, devemos considerar situações clínicas que limitem a expectativa de vida, individualizando a decisão e, preferencialmente, envolvendo outros profissionais relacionados à comorbidade (por exemplo: oncologista e o prognóstico de uma neoplasia).

Quadro 8 – Dispositivos temporários disponíveis no Brasil

Características	BIA	ECMO	TandemHeart	Impella 2.5® Impella CP® Impella 5.0®	CentriMag®	EXCOR®
Mecanismo	Pneumático	Centrífugo	Centrífugo	Axial	Centrífugo	Pulsátil
Via de acesso	Percutâneo	Percutâneo / direto por toracotomia	Percutâneo	Percutâneo Percutâneo Dissecção	Direto por toracotomia	Direto por toracotomia
Cânula	7-9 F	18-21 F <i>Inflow</i> 15-22 F <i>Outflow</i>	21 F <i>Inflow</i> 15-17 F <i>Outflow</i>	12 F 14 F 21 F	24-34 F	27-48 F <i>Inflow</i> 36-48 F <i>Outflow</i>
Técnica de inserção	Aorta descendente via artéria femoral	Percutâneo: - <i>Inflow</i> : átrio direito via veia femoral ou jugular - <i>Outflow</i> : aorta descendente via artéria femoral Toracotomia: - <i>Inflow</i> : átrio direito - <i>Outflow</i> : artéria pulmonar (ACM-D) ou aorta ascendente (assistência biventricular)	<i>Inflow</i> : átrio esquerdo via veia femoral e punção transfixação do septo interatrial <i>Outflow</i> : artéria femoral	Inserção retrógrada no ventrículo esquerdo via artéria femoral	ACM-E: - <i>Inflow</i> : ventrículo esquerdo (acesso via átrio esquerdo ou ponta do ventrículo esquerdo) - <i>Outflow</i> : aorta ascendente ACM-D: - <i>Inflow</i> : átrio direito - <i>Outflow</i> : artéria pulmonar	ACM-E: - <i>Inflow</i> : ventrículo esquerdo (ponta do ventrículo esquerdo) - <i>Outflow</i> : aorta ascendente ACM-D: - <i>Inflow</i> : átrio direito - <i>Outflow</i> : artéria pulmonar
Suporte hemodinâmico	0,5 L/min	> 4,5 L/min	4 L/min	2,5 L/min 3,7 L/min 5,0 L/min	Até 8-10 L/min	Até 8 L/min

BIA: balão intra-aórtico; ECMO: oxigenação por membrana extracorpórea; ACM-D: assistência circulatória mecânica direita; ACM-E: assistência circulatória mecânica esquerda.

Quadro 9 – Indicações para implante de dispositivos de assistência circulatória mecânica (DACM) temporário

Choque cardiogênico no contexto de insulto agudo	Choque cardiogênico em pacientes crônicos agudizados	Suporte em pacientes de alto risco cardiopulmonar
Choque cardiogênico pós-infarto agudo do miocárdio	Miocardopatias crônicas com indicação para transplante cardíaco	Angioplastia coronariana
Miocardite aguda fulminante	Miocardopatias crônicas elegíveis para dispositivo de longa permanência	Procedimentos de eletrofisiologia
Periparto	Cardiopatias congênitas	Procedimentos valvares percutâneos
Intoxicação exógena		Cirurgia cardíaca e não cardíaca
Takotsubo		
Pós-cardiotomia		
Disfunção do enxerto cardíaco		
Disfunção ventricular direita pós-implante de DACM esquerda		
Valvopatias agudas		
Embolia pulmonar		
Sepse		

As principais contraindicações estão descritas no quadro 10.

Na presença de insuficiência aórtica e arterial periférica, os métodos de assistência circulatória podem ser adaptados, visando minimizar as complicações relacionadas, como mudança do sítio de canulação e correção cirúrgica da insuficiência aórtica.

5.4. Balão intra-aórtico

5.4.1. Definição/benefício

O mecanismo de ação do balão intra-aórtico (BIA) é a contrapulsção aórtica, o que aumenta a pressão diastólica na raiz da aorta, propiciando aumento da perfusão coronariana,

Diretrizes

Quadro 10 – Contraindicações para implante de dispositivos de assistência circulatória mecânica (DACM) temporário

Comorbidade grave que limite o prognóstico	Situações que limitam a eficiência e o implante do dispositivo
Neoplasia	Insuficiência aórtica sem correção cirúrgica
Doença pulmonar	Insuficiência arterial periférica
Doença hepática	Trombose ou tumor intracardiaco extensos
Discrasias sanguíneas	Dissecção de aorta
Doença neurológica e/ou psiquiátrica	

redução da pós-carga e consequente incremento no débito cardíaco na ordem de 15%.^{56,57}

Embora o uso do BIA ainda encontre espaço na prática clínica, principalmente nos pacientes mais jovens com choque cardiogênico menos intenso, a efetividade do método deve ser avaliada a partir da melhora de parâmetros objetivos de microperfusão tecidual. A não melhora dessas variáveis em curto período de tempo (horas) justifica o escalonamento para outros dispositivos mais invasivos.

5.4.2. Técnica de implante

O BIA é geralmente inserido por punção da artéria femoral e posicionado na aorta torácica descendente, imediatamente distal à origem da artéria subclávia esquerda.^{56,57} Técnicas alternativas de acesso à aorta descendente podem ser empregadas, seja por acesso direto via esternotomia ou percutâneo (artérias subclávias ou axilares).⁵⁸

5.4.3. Estudos clínicos

Os principais cenários clínicos para os quais o BIA vem sendo indicado são choque cardiogênico após IAM, Síndrome Coronariana Aguda (SCA) com elevação do ST sem choque, intervenções coronarianas percutâneas de risco e IC descompensada refratária com sinais de baixo débito.

Apesar de evidências da superioridade de outros dispositivos temporários em relação ao BIA, no Brasil este ainda é o dispositivo mais acessível e de fácil implante.

Recomendações para implante de BIA

Recomendação	Classe	Nível de evidência
Choque cardiogênico pós-IAM	IIa	B
Complicação mecânica pós-IAM com choque cardiogênico	IIa	C
Angina refratária após tratamento padrão de SCA	IIa	C
Choque cardiogênico em miocardiopatia crônica isquêmica ou não isquêmica	IIa	C
Suporte em intervenções de pacientes de alto risco cardíaco	IIb	C

O quadro 11 sumariza os principais estudos recentes realizados para avaliar a eficácia do BIA.⁵⁹⁻⁶⁴

5.5. Dispositivos circulatórios percutâneos

5.5.1 Definição e benefícios

Os dispositivos circulatórios percutâneos permitem um suporte ativo e não requerem sincronismo com o ciclo cardíaco. Os principais benefícios são manter a perfusão tecidual; aumentar a perfusão coronariana; e reduzir o consumo miocárdio de oxigênio, das pressões de enchimento e o estresse na parede ventricular, promovendo suporte circulatório no choque cardiogênico.^{65,66}

Recomendações para implante de dispositivos circulatórios percutâneos

Recomendação	Classe	Nível de evidência
Choque cardiogênico pós-IAM	IIa	C
Suporte em intervenções de pacientes de alto risco cardíaco	IIb	C

5.5.2. Tipos de dispositivos circulatórios percutâneos

5.5.2.1 Impella®

Dispositivo composto por uma bomba de fluxo axial contínuo, que aspira sangue do VE para a aorta (trabalha em série com o VE). Permitem fluxos de 2,5 L/min (Impella® 2.5), 4 L/min (Impella® CP) ou 5,0 L/min (Impella® 5.0). No Brasil, atualmente, o modelo disponível é o Impella® CP.^{55,67}

5.5.2.2 TandemHeart™

Dispositivo que bombeia sangue do átrio esquerdo por meio de uma cânula inserida via transeptal por uma bomba centrífuga extracorpórea para o sistema arterial ileofemoral. Tanto o TandemHeart™ como o VE contribuem com o fluxo para a aorta (trabalham em paralelo). É composto por cânula transeptal, bomba centrífuga, cânula arterial femoral e console.^{55,67}

5.5.3. Técnicas de implante

5.5.3.1. Impella®

É realizada a canulação da artéria femoral, seguida da passagem retrógrada do dispositivo pela valva aórtica e do posicionamento da bomba microaxial na aorta ascendente por

Quadro 11 – Principais estudos com balão intra-aórtico (BIA)

Estudo	Cenário	N	Desfecho primário	Resultados (BIA vs. controle)	Seguimento (BIA vs. controle)	Limitações
IAPB-Shock II ⁵⁹	Choque cardiogênico pós-IAM	600	Mortalidade em 30 dias	39,7% vs. 41,3% NS	12 meses ⁶⁰ 52% vs. 51% RR: 1,01; p = 0,91	Cruzamento de 10% do grupo controle Inserção do BIA após ACTP (86%) Mortalidade menor que a esperada
BCIS-1 ⁶¹	Cardiopatia isquêmica grave de alto risco	301	Combinado (MACCE) até a alta hospitalar	15,2% vs. 16% NS	Mortalidade 51 meses ⁶³ 27,8% vs. 38,7% OR 0,66; p = 0,039	Seguimento de longo prazo não foi pré-definido Poder estatístico limitado
CRISP ⁶²	IAM anterior sem choque	337	Tamanho do IAM por ressonância (% do VE)	42,1% vs. 37,5% NS	Mortalidade 6 meses: 1,9% vs. 5,2% p = 0,12	Cruzamento de 8,5% do grupo controle
PAMI II ⁶⁴	SCA com artéria ocluída + disfunção VE segmentar	437	Desfecho clínico combinado	28,9% vs. 29,2% NS		Cruzamento de 11,5% do grupo controle Inserção do BIA após ACTP

IAM: infarto agudo do miocárdio; NS: não significativo; RR: risco relativo; ACTP: angioplastia coronariana transluminal percutânea; MACCE: eventos maiores adversos cardíacos e cerebrovasculares; OR: odds ratio; SCA: síndrome coronariana aguda; VE: ventrículo esquerdo.

fluoroscopia. É necessária a anticoagulação plena. O tempo de permanência com o dispositivo é de 5 a 7 dias.⁶⁷⁻⁶⁹

5.5.3.2. TandemHeart™

É realizada a canulação da veia femoral com introdutor 21 F para a punção transeptal, e a cânula é posicionada no átrio esquerdo. Em seguida, é realizada a canulação da artéria femoral, com cateter 15 ou 17 F. As cânulas de 15 F produzem fluxo de 3,5 L/min e a de 17 F, de 5 L/min. É necessária a anticoagulação plena. O tempo de permanência com o dispositivo é de até 30 dias. Após a retirada do dispositivo, o paciente permanece com comunicação interatrial residual.^{65,67,69}

5.5.4. Estudos clínicos

Os principais estudos clínicos com os DACM percutâneos são realizados em pacientes com choque cardiogênico e naqueles submetidos à angioplastia de alto risco.

5.5.4.1. Choque cardiogênico

Poucos estudos randomizados estão disponíveis na literatura até o momento. Os estudos que utilizaram TandemHeart™⁷⁰⁻⁷², Impella® 2.5⁷³ e uma metanálise⁷⁴ que incluiu cem pacientes de estudos randomizados mostraram que tais dispositivos melhoram os parâmetros hemodinâmicos quando comparados ao BIA, porém sem redução de mortalidade e com maior taxa de sangramento com o uso do TandemHeart™.

5.5.4.2. Procedimentos percutâneos de alto risco

Estudos observacionais mostraram que o TandemHeart™ é efetivo em promover um suporte hemodinâmico em intervenções coronarianas e de cardiopatias estruturais, com baixas taxas de complicações em pacientes selecionados.⁷⁵⁻⁷⁷

Já com o uso do Impella® 2.5, o maior estudo randomizado até o momento que incluiu pacientes submetidos à angioplastia de alto risco (lesão de tronco de coronária esquerda, vaso derradeiro ou pacientes triarteriais com Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo – FEVE < 30%) não encontrou diferença no desfecho primário em 30 dias entre este dispositivo comparado ao BIA na análise de intenção de tratar e por protocolo.⁷⁸ No entanto, aos 90 dias de seguimento, observou-se diferença estatisticamente significativa favorável ao grupo tratado com Impella® na análise por protocolo.

Em análise pré-especificada deste mesmo estudo, excluindo o primeiro implante de Impella® e de BIA de cada centro, foram observadas menores taxas de eventos adversos com o uso do Impella® 2.5 aos 90 dias de seguimento, sem diferença aos 30 dias, evidenciando uma influência da curva de aprendizado no implante deste dispositivo.⁷⁹

Nos pacientes triarteriais com disfunção ventricular, observou-se redução dos eventos aos 90 dias de seguimento com o uso de Impella® 2.5, sendo este um preditor independente de melhora dos desfechos aos 90 dias.⁸⁰ No entanto, estes dados devem ser analisados com cautela, por conta da interrupção precoce do estudo por futilidade.

Até o momento, não existem estudos randomizados nos cenários de choque cardiogênico ou procedimentos de alto risco, utilizando os dispositivos Impella®, que fornecem maior suporte hemodinâmico (Impella® CP e Impella® 5.0).

5.6. Oxigenação por membrana extracorpórea

5.6.1. Definição, tipos e benefícios

A Oxigenação por Membrana Extracorpórea (ECMO) é um suporte mecânico invasivo temporário idealizado para fornecer suporte cardiopulmonar parcial ou total para pacientes com choque cardiogênico e/ou insuficiência respiratória aguda. Pode ser de dois tipos: venoarterial e venovenoso.

Diretrizes

É uma tecnologia com instalação rápida, aplicável à maioria dos pacientes, e que rapidamente reverte a falência circulatória e/ou anóxia.

Recomendações para implante de ECMO

Recomendação	Classe	Nível de evidência
Ponte para decisão ou recuperação	I	C
Ponte para Transplante	Ila	C

5.6.2 Técnicas de implante

O implante é feito por meio de canulação por punção ou dissecação cirúrgica. Após a heparinização do paciente, inicia-se o suporte cardiopulmonar. Na ECMO venoarterial, o sangue venoso é drenado pela canulação de veias de grande calibre (veia jugular direita, femorais ou cavas) para a bomba centrífuga, que o impulsiona para o oxigenador. Esse sangue oxigenado é devolvido ao sistema arterial pela cânula inserida na artéria de grande calibre. Pode ser central (por toracotomia) ou periférica (cateterização de artérias femorais, axilares ou carótida direita). Na modalidade venovenosa, tanto a drenagem quanto a infusão sanguínea são feitas exclusivamente do sistema venoso.⁸¹

5.6.3 Tempo de uso

A ECMO venoarterial é um suporte mecânico temporário (1 a 30 dias) para pacientes com potencial recuperação funcional ou como ponte para decisão, transplante ou DACM de longa permanência. Considerando as complicações inerentes à ECMO (hemólise, trombose, sangramento, acidentes vasculares, infecção, validade de uso da membrana e incapacidade de descompressão do VE – no caso de modalidade periférica), ela possui clara limitação quanto ao tempo de uso. Não existindo sinais de recuperação cardíaca no prazo de 1 semana, deve-se proceder ao escalonamento para implante de dispositivo mais duradouro ou modificar a estratégia de suporte. Da mesma forma, no contexto de ponte para transplante, o tempo de espera em fila em prioridade e as complicações inerentes devem ser contempladas na decisão para uso de outro dispositivo mais adequado.⁸¹⁻⁸³

5.6.4. Manejo hemodinâmico

Imediatamente após a inserção da ECMO venoarterial, via central ou periférica, é assegurado ao paciente um débito cardíaco, na maioria das vezes suficiente para atender a demanda tecidual – habitualmente em torno de 4 a 6 L/min/m², além de oxigenação e ventilação suficientes. Assim, com a adequação do débito cardíaco e o suporte ventilatório adequado com a ECMO, recomenda-se que o paciente seja avaliado continuamente em sua nova condição hemodinâmica, agora representada pela interação coração-vasos-dispositivo.

5.6.4.1. Monitorização hemodinâmica

Recomenda-se que os seguintes parâmetros sejam monitorizados no paciente em ECMO diariamente e em situações de alterações hemodinâmicas, ou em casos de complicações:

- Ultrassonografia ou ecocardiografia com Doppler: o ETT ou, em casos de impossibilidade de janela adequada, o ETE devem ser realizados periodicamente no paciente em ECMO, com o objetivo de avaliar a posição das cânulas, avaliar a função ventricular, ajustar a volemia e detectar complicações como trombose, sangramento e tamponamento cardíaco.
- Variáveis hemodinâmicas e de perfusão tecidual: devem ser avaliadas periodicamente a frequência cardíaca, a pressão arterial, a pressão venosa central, a pressão do dispositivo, a diurese, o nível de consciência, a perfusão cutânea e de mucosas, o índice cardíaco, a saturação venosa central ou mista de oxigênio, o lactato arterial, o delta de gás carbônico e o excesso de bases.
- Dispositivos para monitorização hemodinâmica: os pacientes em uso de ECMO devem estar monitorizados com cateter de pressão arterial invasiva (preferência para o sítio femoral) e cateter venoso central (veia jugular ou subclávia), sendo sugerida a utilização do CAP em adição às ferramentas anteriormente citadas. O CAP auxilia no manejo e no diagnóstico hemodinâmico do paciente em ECMO. Monitores de débito cardíaco minimamente invasivo por contorno do pulso não devem ser utilizados nesses pacientes, devendo ser utilizados com o intuito de mensurar o débito cardíaco o CAP, o ultrassom à beira leito ou os dispositivos como PICCO e EV-1000, que permitem a medida por termodiluição transpulmonar.⁸⁴

5.6.4.2. Suporte hemodinâmico

Suporte inotrópico

Na maioria dos casos, o débito cardíaco da ECMO é suficiente para atender as demandas do paciente. Sugere-se, então, a redução progressiva ou o desmame dos fármacos inotrópicos. Entretanto, especialmente na ECMO periférica, a manutenção de dobutamina em doses em média de 5 µg/kg/min é recomendada para reduzir a pós-carga e estimular o aumento da contratilidade do VE.

Vasopressores

Após a adequação do débito cardíaco, é comum observar a reversão do choque, sendo possível a retirada gradual dos vasopressores, como a noradrenalina e a vasopressina. A Pressão Arterial Média (PAM) recomendada é a mínima pressão capaz de ofertar fluxo adequado aos tecidos. Assim, a maior parte dos pacientes alcança o equilíbrio hemodinâmico com PAM ≥ 65 mmHg, com exceção dos pacientes previamente hipertensos, que apresentam menor incidência de IR aguda, se o alvo de PAM > 75 mmHg.^{84,85}

Balão intra-aórtico

Em muitas situações, o primeiro dispositivo utilizado no manejo do choque cardiogênico é o BIA. Uma evidência recente demonstra que a manutenção do BIA após a inserção da ECMO periférica resulta em redução da pressão capilar e da congestão pulmonar dos pacientes. Assim, recomenda-se

a manutenção do BIA, ou a inserção do BIA em todos os pacientes candidatos à ECMO venoarterial periférica.⁸⁶

5.6.4.3. Desmame da oxigenação por membrana extracorpórea

Em condições nas quais o paciente apresenta sinais de melhora hemodinâmica e os parâmetros de avaliação da função ventricular sugerem recuperação da função, está indicada a retirada da ECMO. Recomendam-se a redução residual do fluxo do dispositivo e a avaliação seriada de parâmetros hemodinâmicos do paciente até o fluxo de 1,5 L/min/m², quando o dispositivo deve ser retirado.⁸⁷

5.6.5. Manejo ventilatório

No manejo ventilatório de pacientes graves, Volumes Correntes (VC) \leq 6 mL/kg ou com Pressões de Platô (Pplatô) \leq 25 a 30 cmH₂O reduzem complicações respiratórias em pacientes com agressões sistêmicas e pulmões normais⁸⁸ e diminuem a mortalidade em pacientes hipoxêmicos (Pressão Parcial de Oxigênio/Fração Inspirada de Oxigênio – PaO₂/FiO₂ \leq 300) com lesão pulmonar difusa.⁸⁹

Em pacientes assistidos com ECMO por síndrome do desconforto respiratório agudo grave, o uso Pressão Positiva Expiratória Final (PEEP) mais alta (12 a 14 cmH₂O) associa-se a menor mortalidade,⁹⁰ e PEEP $<$ 5 cmH₂O são raramente utilizadas com potenciais efeitos deletérios.^{91,92} Além disso, frequências respiratórias baixas ($<$ 10 a 15 ipm) e FiO₂ $<$ 30% nesses pacientes em ECMO são associadas à alta sobrevivência.^{93,94}

Assim, as sugestões de manejo ventilatório em pacientes em ECMO são: FiO₂ $<$ 30%; frequência respiratória $<$ 15 ipm; em pacientes com relação PaO₂/FiO₂ \leq 200 mmHg, usar PEEP $>$ 13 cmH₂O com VC \leq 3 mL/kg e/ou limitar a Pplatô em 20 a 25 cmH₂O, a despeito do VC gerado ser extremamente reduzido ($<$ 50 a 100 mL); em pacientes com relação PaO₂/FiO₂ $>$ 200 mmHg, usar PEEP de 5 a 10 cmH₂O com VC \leq 6 mL/kg e/ou limitar a Pplatô em 30 cmH₂O; em pacientes acordados, se não extubados, ventilar se possível com pressão de suporte baixo ($<$ 7 cmH₂O), desde que confortáveis e respeitando os volumes supracitados até 48 horas do início do suporte.

5.7. Bombas circulatorias paracorpóreas

5.7.1. Definição, tipos e benefícios

São dispositivos externos implantados cirurgicamente que promovem suporte hemodinâmico em indivíduos com choque cardiogênico refratário com alto risco de mortalidade.

A CentriMag® é uma bomba centrífuga de fluxo contínuo que utiliza levitação magnética para a rotação. Fornece um fluxo de até 10 L/min com baixa tensão de cisalhamento, minimizando a trombogenicidade e permitindo níveis moderados de anticoagulação e mínima hemólise durante o suporte.⁵⁶

A Berlin Heart EXCOR® é uma bomba de fluxo pulsátil e que fornece até 8 L/min, com baterias acopladas a um sistema de transporte, o qual permite a deambulação por até 10 horas.

Outras bombas centrífugas convencionais podem ser utilizadas com o mesmo objetivo.

Recomendações para implante de bombas circulatorias paracorpóreas

Recomendação	Classe	Nível de evidência
Ponte para decisão ou recuperação	Ila	C
Ponte para Transplante	Ila	C

5.7.2. Técnicas de implante

Esses suportes podem ser uni ou biventriculares e necessitam de esternotomia mediana para sua instalação. O CentriMag® utiliza canulação simples e direta, inclusive sem Circulação Extracorpórea (CEC), tipo AD ao tronco da artéria pulmonar (suporte direito), e átrio ou VE à aorta ascendente (suporte esquerdo). Já o EXCOR® necessita de cânulas específicas para essa canulação.^{55,67}

O uso do ETE é de extrema importância para a colocação das cânulas nos sítios corretos, para garantir drenagem e fluxo de retorno adequados. A hemostasia deve ser cuidadosa, uma vez que esses sistemas necessitam de anticoagulação.

5.7.3. Tempo de uso

O CentriMag® apresenta autorização nos Estados Unidos para suporte por até 30 dias,⁹⁵ embora existam relatos de uso por até 3 meses sem falha da bomba nem de incremento em complicações tromboembólicas.^{96,97} O Berlin Heart EXCOR®, apesar de um dispositivo paracorpóreo, apresenta durabilidade maior, podendo permanecer por meses como suporte hemodinâmico em pacientes com choque cardiogênico. Nos Estados Unidos, o modelo pediátrico do EXCOR® é considerado um dispositivo de longa permanência.⁹⁵

Neste contexto, a indicação de uso de bombas paracorpóreas como ponte para decisão é plenamente factível. Já a ponte para transplante dependeria das características de fila de transplante, da oferta de doadores de cada centro transplantador e do tipo de bomba utilizado.

5.7.4. Manejo hemodinâmico

O manejo hemodinâmico no intraoperatório é guiado pela monitorização hemodinâmica habitual e pela ecocardiografia transesofágica. Existem diferenças nos pacientes que requerem assistência ventricular esquerda isolada ou biventricular. Nos primeiros, após verificação de bom posicionamento das cânulas, objetiva-se manter o fluxo arterial acima de 2,5 L/min/m². Devem ser observadas adequação dos parâmetros hemodinâmicos e ecocardiográficos do VD com pressão venosa central abaixo de 12 mmHg, IT no máximo discreta, retificação do SIV e função ventricular direita adequada por VTI (integral tempo-velocidade) pulmonar e TAPSE. No caso do implante dos dispositivos de curta permanência com acesso pelos átrios, a inserção das cânulas atriais deve ser guiada em seu posicionamento, para se evitar a obstrução dos orifícios pela parede das cavidades ou a sucção do aparato valvar, com conseqüente disfunção valvar.⁹⁸

Diretrizes

A manutenção da função ventricular direita necessita frequentemente de agentes inotrópicos positivos, vasodilatadores pulmonares (óxido nítrico), controle do ritmo cardíaco, manutenção de pressão de perfusão (PAM entre 60 e 70 mmHg), com eventual uso de vasopressores, se houver diminuição da resistência vascular sistêmica.^{95,97,99}

Casos em que há sabido comprometimento do VD pré-implante ou que ocorra falência de VD após assistência esquerda devem ter a assistência biventricular instalada. As particularidades desse tipo de assistência residem na manutenção de um fluxo de perfusão do lado direito entre 70 a 80% em relação ao esquerdo, mas os mesmos devem ser ajustados com o auxílio de ecocardiografia e da monitorização de pressões de enchimento ventricular.

Independentemente do tipo de assistência empregado, a perfeita revisão de hemostasia durante o implante, evitando-se o uso de transfusões sanguíneas, e a pronta correção de quaisquer sangramentos são importantes para a estabilidade hemodinâmica. Reposição volêmica deve ser feita com cautela, e a monitorização da função renal é extremamente importante, sendo a instalação de diálise precoce o tratamento de eleição da IR aguda.^{95,97}

5.8. Complicações dos dispositivos de assistência circulatória mecânica temporários

5.8.1. Sangramentos

Sangramento no período pós-implante de DACM deve ser prontamente avaliado, com o objetivo de diminuição, descontinuação ou mesmo reversão dos agentes anticoagulantes e antiplaquetários, e revisão cirúrgica de hemostasia.

A terapia anticoagulante e antiplaquetária deve permanecer suspensa até que sangramentos clinicamente significativos tenham sido superados e que não existam evidências de disfunção do DACM.

5.8.2. Hemólise

Usualmente identificada pelo achado de hemoglobinúria, acompanhada por diminuição de hemoglobina plasmática, elevação de desidrogenase láctica (DHL) e de bilirrubina indireta. A pesquisa de Hemoglobina Livre no Plasma (HLP) é o método mais sensível para identificação precoce de hemólise. As causas de hemólise relacionadas ao DACM estão associadas a elevadas pressões negativas na linha venosa (> -30 mmHg), se houver coágulos na câmara das bombas (bombas centrífugas), quando a temperatura da água do termopermutador está acima de 41°C, ou na existência de elevada resistência na cânula de retorno. Na presença de hemólise clinicamente evidente, deve ser revisada a posição das cânulas, bem como a velocidade do fluxo ao Doppler.¹⁰⁰

5.8.3. Evento embólico

Principalmente causado pela incapacidade de modular o alvo de coagulação necessária pelos circuitos dos DACM. A maioria dos eventos simplesmente não é reportada, por

se manifestar de forma oculta ou subclínica, embora alguns deles possam acarretar complicações fatais, principalmente as neurológicas.

Eventos tromboembólicos ocorrem mais frequentemente em períodos de baixo fluxo ou inadequado manejo de anticoagulação do circuito, especialmente em locais mais propícios para estase ou turbulência de sangue.¹⁰⁰

5.8.4. Lesão vascular

Em dispositivos percutâneos, a canulação deve ser realizada da maneira mais segura, com o objetivo de oferecer melhor fluxo e evitar lesão vascular, buscando cânulas de calibre compatíveis com o diâmetro do vaso e tomando medidas para assegurar a perfusão distal do membro. Treinamento e suporte cirúrgico são as maneiras mais eficientes de prevenir e conduzir as lesões vasculares.

As principais lesões incluem completa secção do vaso (especialmente jugular de crianças pequenas) e a consequente perda da porção proximal do vaso para o mediastino. O controle vascular, seja utilizando clampeamento proximal e distal, ou instalando suturas para tração, é a maneira mais segura.

Para o implante de DACM periférico, o uso de intensificador de imagem nem sempre é possível, porém seria o padrão-ouro para evitar lesões e checar o posicionamento adequado de cânulas. Recomenda-se fortemente o uso de punções e canulações guiadas por ultrassonografia e/ou ecocardiograma à beira do leito.^{82,100}

5.9. Explante de dispositivos de assistência circulatória mecânica temporários

Dentre os objetivos da terapia com os DACM de curta permanência estão a recuperação miocárdica e consequente o explante do dispositivo.

Os DACM permitem a estabilização hemodinâmica com redução de pressões de enchimentos ventriculares, diminuição de pré-carga ventricular direita e normalização de pressão arterial, necessárias para a recuperação ventricular. Antes de 3 a 5 dia de um insulto agudo, a recuperação miocárdica é improvável e, dependendo da etiologia, pode não haver recuperação em um período de 7 a 30 dias.

Em pacientes em que se espera a recuperação da função ventricular, a presença de pressão de pulso, e os sinais de melhora hemodinâmica e da função ventricular permitem a redução da taxa de assistência ventricular progressivamente, elevando o trabalho ventricular.

Ecocardiograma e CAP são essenciais na avaliação de desmame de suporte circulatório em pacientes com recuperação miocárdica. É indicativo de recuperação quando, em mínima condição de assistência (fluxos entre 1,5 a 1,0 L/min), observam-se boa abertura da valva aórtica, melhora da função ventricular esquerda (FEVE 40 a 45%), diminuição de cavidades cardíacas e manutenção de parâmetros hemodinâmicos adequados.³¹

O explante de DACM temporários também pode ser considerado em caso de complicações severas relacionadas ao dispositivo, como sangramento não controlados.⁸²

6. Dispositivos de longa permanência

6.1. Tipos de dispositivos de assistência circulatória mecânica de longa permanência

Em relação aos DACM de longa permanência, observou-se, nos últimos anos, uma evolução nos modelos dos equipamentos, baseada em avanços tecnológicos importantes.

Os dispositivos sofreram aprimoramentos, principalmente em seus princípios de propulsão e tipo de fluxo, com redução de suas dimensões, tornando-se mais eficientes e com menores índices de complicações (Figura 1).

O impacto desses avanços pode ser observado no aumento progressivo e consecutivo no número de dispositivos implantados para as diferentes indicações e na mudança do tipo de equipamentos empregados, conforme demonstrado pelo sétimo registro INTERMACS, com mais de 15 mil pacientes analisados nos últimos 9 anos.⁷

Neste período, em relação à assistência ao VE, observou-se um número de implantes realizados 23 vezes maior. Além disso, ao contrário dos equipamentos de fluxo pulsátil anteriormente empregados, atualmente 99% correspondem a equipamentos de fluxo contínuo, modelo intracorpóreo.

Com relação a duas indicações específicas, no mesmo período, observaram-se um crescimento de 70 vezes no número de dispositivos utilizados como terapia de destino e um aumento de 2,5 vezes no emprego de corações artificiais totais, entre 2007 e 2014.⁷

Estes dados demonstram claramente que o emprego de DACM de longa permanência é hoje rotineiramente empregado, principalmente nos centros de países desenvolvidos. A contar pela tendência dos últimos anos, este crescimento deve continuar. A utilização em nosso meio ocorre de forma lenta e irregular, em função principalmente da dificuldade na obtenção dos equipamentos, pelo alto custo que representam.

O quadro 12 descreve os DACM de longa permanência disponíveis no Brasil.

6.2. Indicações e contraindicações

Na indicação de DACM de longa duração, alguns fatores são relevantes na tomada de decisão. No caso de ponte para transplante, a expectativa de tempo de espera em fila deve ser considerada. Em casos de expectativa de espera em fila menor que 30 dias, a indicação de DACM não

teria custo-benefício. Deve-se também ter em mente que a indicação destes dispositivos em pacientes INTERMACS 2 tem resultados mais desfavoráveis.

Recomendações para DACM de longa permanência como ponte para transplante

Recomendação	Classe	Nível de Evidência
IC sistólica INTERMACS 2 e 3	IIa	C
IC sistólica INTERMACS 4	IIb	C
IC sistólica INTERMACS 1, 5, 6 e 7	III	C

Recomendações para DACM de longa permanência como terapia de destino

Recomendação	Classe	Nível de Evidência
IC sistólica INTERMACS 3	IIa	B
IC sistólica INTERMACS 2	IIb	C
IC sistólica INTERMACS 4	IIb	C
IC sistólica INTERMACS 1, 5, 6 e 7	III	C

Recomendações para DACM de longa permanência como ponte para decisão

Indicações	Classe	Nível de Evidência
IC sistólica INTERMACS 2 e 3	IIa	C
IC sistólica INTERMACS 4	IIb	C
IC sistólica INTERMACS 1, 5, 6 e 7	III	C

Os pacientes candidatos a DACM devem ser avaliados quanto a presença de fatores que possam contraindicar ou influenciar na sobrevida após o implante. As principais contraindicações para implante de DACM de longa permanência estão no quadro 13.

6.3. Seleção da estratégia de dispositivo de assistência circulatória mecânica de longa permanência

6.3.1. Ponte para decisão

Pode ser considerada em pacientes com condições clínicas proibitivas ao TC, porém, se modificáveis, permitem que o paciente se torne candidato ao transplante (por exemplo: hipertensão pulmonar e neoplasias com potencial cura).

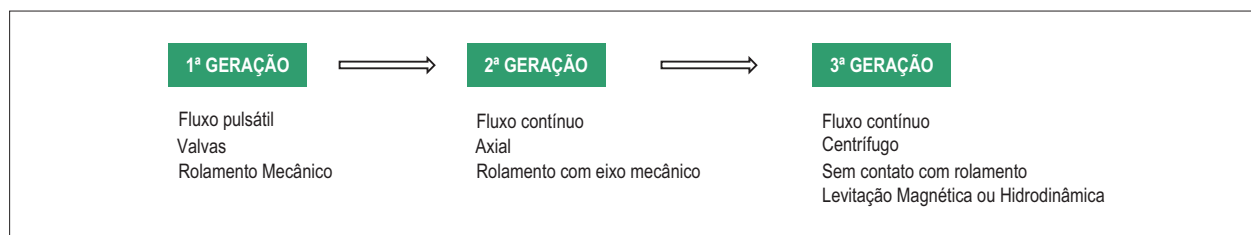


Figura 1 – Evolução dos dispositivos de assistência circulatória mecânica de longa duração.

Diretrizes

Quadro 12 – Dispositivos de assistência circulatoria mecânica de longa permanência disponíveis no Brasil

Nome	Empresa	Tipo de bomba	Tipo de suporte	Presença de rolamento	Aprovação da Anvisa
HeartMate II®	Thoratec	Fluxo axial	Esquerdo	Sim	Sim
INCOR®	Berlin Heart	Fluxo axial	Esquerdo	Não (levitação eletromagnética)	Sim
HeartWare®	HeartWare	Fluxo centrífugo	Esquerdo	Não (levitação hidrodinâmica)	Sim

Anvisa: Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

6.3.2. Ponte para transplante

Situação em que o dispositivo pode oferecer suporte hemodinâmico e estabilidade clínica até a realização do TC, no contexto da gravidade progressiva do paciente e da indisponibilidade de realização do transplante em um prazo curto.

6.3.3. Terapia de destino

Situação em que o dispositivo pode oferecer suporte hemodinâmico e estabilidade clínica em paciente com IC refratária, que apresenta contraindicação para o TC, possibilitando maior sobrevida e melhor qualidade de vida, comparado com o tratamento clínico medicamentoso.

6.4. Manejo perioperatório

6.4.1. Técnicas de implante do dispositivo de assistência circulatoria mecânica de longa permanência

A adequada técnica cirúrgica para o implante dos dispositivos deve maximizar o fluxo por meio do DACM e pode reduzir a frequência de eventos adversos, como a disfunção ventricular direita e a trombose de bomba. Embora existam diversos modelos e fabricantes, há recomendações básicas e comuns, que devem ser respeitadas no implante intracorpóreo do DACM do VE, a saber: o emprego da CEC facilita o procedimento cirúrgico e deve ser realizado na maioria dos implantes; a cânula de entrada deve se situar paralelamente à porção apical do SIV e em direção ao centro do VE, para permitir uma adequada drenagem desse ventrículo; a cânula de saída deve ter o tamanho apropriado para evitar comprimir o VD, dobras ou trações ao DACM; a hemostasia deve ser rigorosa, assim como a retirada de ar do sistema; ao final do implante, a transição do fluxo da CEC para o DACM deve ser gradual, observando-se critérios hemodinâmicos e ecocardiográficos, principalmente em relação ao comportamento do VD.

6.4.2. Anestesia

A técnica anestésica de escolha é a anestesia balanceada. Os pacientes candidatos têm disfunção ventricular grave, baixa reserva orgânica, e a associação de anestesia

Quadro 13 – Contraindicações ao implante de dispositivo de assistência circulatoria mecânica.

	Intolerância ao uso de cumarínicos
	Ausência de cuidadores capacitado
	Distúrbios psiquiátricos graves ou não aderência às recomendações da equipe
	Acidente vascular cerebral com déficit motor significativo ou com alteração da capacidade cognitiva
Absolutas	Doença neoplásica com prognóstico não favorável
	Malformação vascular intestinal que predispõe a sangramentos
	Doença pulmonar obstrutiva grave
	Disfunção hepática grave
	Infecção ativa
	Alterações hematológicas (plaquetas < 50.000 mm ³ e trombofilias)
	Disfunção ventricular direita moderada a grave
	Insuficiência renal em terapêutica dialítica
Relativas	Diabetes de difícil controle
	Acidente vascular cerebral com déficit motor parcial
	Desnutrição em grau avançado
	Doença vascular arterial periférica significativa

inalatória torna a técnica mais segura, minimizando os efeitos cardiodepressores da anestesia venosa pura. Recomenda-se, como anestésico inalatório, o sevoflurano preferencialmente, seguido do isoflurano. O sevoflurano, por seu potencial indutor do pré-condicionamento isquêmico, resulta em benefícios hemodinâmicos e anti-isquêmicos aos pacientes. O inalatório é utilizado na indução e na manutenção da anestesia, realizando-se preferencialmente a técnica wash-in e wash-out.

Recomenda-se, para indução da anestesia, além do agente inalatório, a combinação de cetamina e fentanil, ou etomidato e fentanil IV. O bloqueio neuromuscular deve ser preferencialmente realizado com o rocurônio. Durante a manutenção da anestesia, utilizamos fentanil ou midazolam IV, além do agente inalatório.

A ventilação do paciente deve ter como objetivo assegurar oxigenação adequada, sem resultar em hiperinsuflação pulmonar. Utilizamos VC de 6 mL/kg, PEEP de 5 a 8, e a menor FiO₂ necessária. Em casos de hipoxemia, recomenda-se o recrutamento alveolar intraoperatório, com concomitante ajuste volêmico. Não é recomendada a extubação no centro cirúrgico, a qual deve ser realizada na unidade de terapia intensiva após estabilização do paciente, recuperação da consciência e exclusão de complicações, como sangramento e choque.

Durante a cirurgia, em CEC, o paciente é heparinizado para manter TCA acima de 480 segundos. A heparinização é revertida no desmame da CEC com protamina. Aproximadamente 30% dos pacientes candidatos à assistência ventricular apresentam sangramento devido à hiperfibrinólise, à disfunção plaquetária, à hipofibrinogenemia e ao consumo dos fatores de coagulação. Recomenda-se a utilização da tromboelastometria funcional (ROTEM®) ou tromboelastografia no manejo dos distúrbios de coagulação perioperatória nesses pacientes. Além disso, uma estratégia dirigida por alvos deve ser feita no tratamento desses pacientes, utilizando-se complexo protrombínico, antifibrinolítico e acetato de Desmopressina (DDAVP) preferencialmente. Plasma, plaquetas, crioprecipitado e fator VII ativado devem ser evitados, sendo recomendados em situações de coagulopatia refratária e na indisponibilidade dos outros fatores.¹⁰¹⁻¹⁰³

6.4.3. Monitorização

A monitorização anestésica deve iniciar com oximetria de pulso, eletrocardiografia, termômetro esofágico, sonda vesical de demora e sonda nasogástrica. É essencial a utilização do Índice Biespectral (BIS) para a monitorização da profundidade anestésica, mantendo-se este dispositivo até o desmame da ventilação mecânica do paciente.

A monitorização hemodinâmica do paciente é realizada com a inserção de um cateter de pressão arterial invasiva (artéria radial ou femoral), um cateter venoso central e um CAP, além da monitorização de parâmetros de perfusão tecidual.

A ecocardiografia transesofágica é método essencial, que deve acompanhar o ato cirúrgico desde o início até o desmame do paciente na Unidade de Terapia Intensiva (UTI).

6.4.4. Manejo hemodinâmico

Durante a cirurgia, a volemia do paciente deve ser sempre avaliada. Os parâmetros utilizados variam de acordo com a condição hemodinâmica do paciente, sendo, em sua maioria, a variação da pressão de pulso durante o período de curarização, o débito cardíaco e os marcadores de disóxia tecidual.

Quase que invariavelmente, os pacientes devem receber suporte farmacológico inotrópico, durante o procedimento até admissão na UTI, e nas primeiras horas do pós-operatório. Na maioria dos casos, o fármaco de escolha é a dobutamina, seguida de milrinona, epinefrina e levosimendan. A dobutamina e a epinefrina são melhores toleradas em pacientes hipotensos e vasoplégicos. A milrinona e o levosimendan são fármacos de escolha no manejo da

disfunção do VD e hipertensão pulmonar. Entretanto, são potentes vasodilatadores, estando associados à hipotensão e devendo ser utilizados com cautela. O óxido nítrico inalatório, na concentração de 20 ppm, está indicado em todos os pacientes com disfunção de VD ou hipertensão pulmonar.

É comum a ocorrência de vasoplegia associada ao trauma cirúrgico nesses pacientes. A norepinefrina é o fármaco de escolha no manejo da hipotensão, seguida de vasopressina, em situações nas quais a dose de norepinefrina é crescente.

O objetivo da manutenção da pressão arterial é otimizar o suporte cardíaco e o funcionamento do DACM. A PAM deve ser mantida entre 60 e 80 mmHg e não deve exceder 90 mmHg, e IC deve ser maior que 2,2 L/min/m². Várias condições podem afetar a pressão arterial e o fluxo do dispositivo no peri e pós-operatório. O fluxograma de abordagem de hipotensão em pacientes com DACM é apresentado na figura 2.^{31,104}

O nível adequado de hemoglobina nesses pacientes habitualmente é acima de 7 g/dL, devendo ser analisado individualmente os casos nos quais o paciente tem algum sinal de instabilidade hemodinâmica e a hemoglobina está entre 7 e 9 g/dL.

6.4.5. Ecocardiograma transesofágico

Durante o implante do DACM, o ETE tem como objetivo avaliar o adequado posicionamento das cânulas intracardíacas e identificar alterações estruturais cardíacas que impactam na eficiência dos dispositivos (FOP, refluxo aórtico, estenose mitral e disfunção de VD).^{98,105}

O ETE é importante para verificar o alinhamento da cânula ao SIV durante o implante, além de monitorizar a retirada de ar do coração, com especial atenção nos locais de anastomose.

No pós-implante imediato, a monitorização visa à detecção de complicações precoces, que necessitam de abordagem ainda no centro cirúrgico (por exemplo: disfunção de VD) e o ajuste do fluxo do DACM para a obtenção da estabilização hemodinâmica.^{36,106}

6.4.6. Otimização e manejo do ventrículo direito

A falência do VD ainda é um dos principais fatores que impactam na sobrevida dos pacientes após o implante de DACM.⁷

Os critérios para esse diagnóstico são: sintomas e sinais de disfunção persistente de VD; PVC > 18 mmHg com IC < 2,0 L/min.m² na ausência de arritmias ventriculares ou pneumotórax; necessidade de implantação de DACM à direita ou necessidade de óxido nítrico inalatório ou terapia inotrópica por mais de 1 semana após o implante do dispositivo.¹⁰⁷

O implante de DACM gera aumento do débito cardíaco e consequente aumento do retorno venoso para o VD. Para contrapor este aumento de pré-carga, a complacência do VD precisa melhorar com a redução de sua pós-carga (redução das pressões de enchimento do VE e da pressão arterial pulmonar). No entanto, se o VE for esvaziado em demasia, o SIV pode se desviar para a esquerda, prejudicando a contratilidade do VD.¹⁰⁷

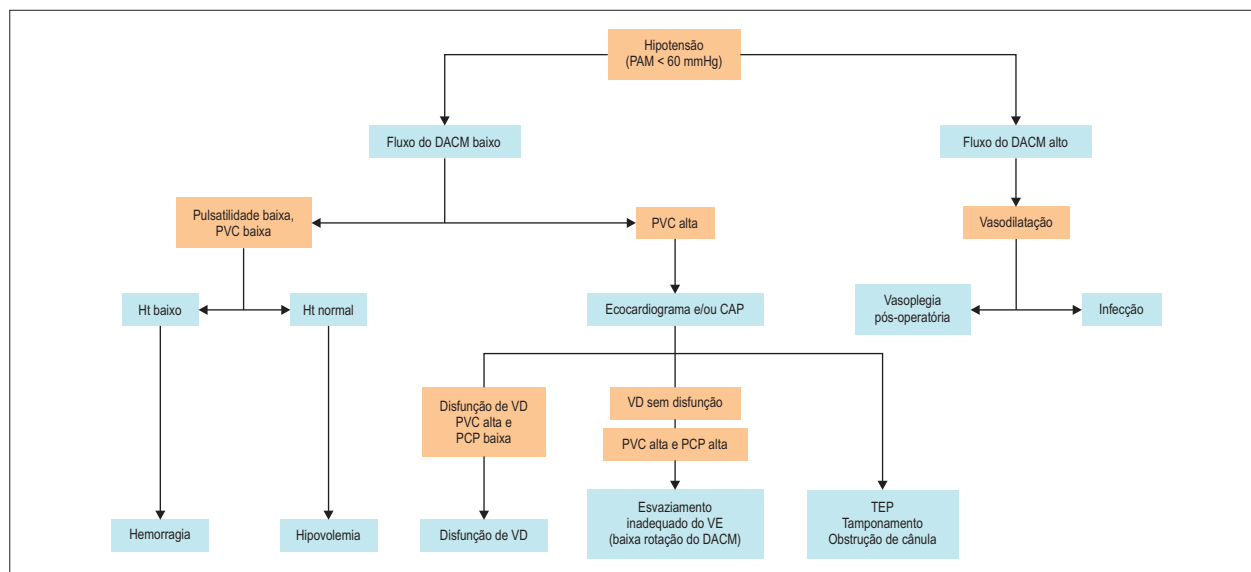


Figura 2 – Fluxograma de diagnóstico de hipotensão arterial após implante. PAM: pressão arterial média; DACM: dispositivo de assistência circulatoria mecânica; PVC: pressão venosa central; Ht: hematócrito; CAP: cateter de artéria pulmonar; VD: ventrículo direito; PCP: pressão capilar pulmonar; VE: ventrículo esquerdo.

A otimização da pré e pós-carga do VD, além de sua contratilidade, é crucial para a prevenção da falência de VD no período perioperatório. Deve-se manter PVC < 16 mmHg e pressão arterial pulmonar sistólica < 65 mmHg. Usar inotrópicos que provoquem vasodilatação pulmonar (milrinona ou dobutamina) e, ao mesmo tempo, mantenham adequada pressão arterial sistêmica (adrenalina) para manter a perfusão coronariana. Deve-se lançar mão de vasodilatadores pulmonares específicos, como óxido nítrico (Figura 3).¹⁰⁸

6.5. Procedimentos concomitantes à implantação de dispositivos de assistência circulatoria mecânica de longa permanência

6.5.1. Procedimentos valvares concomitantes

Para o correto funcionamento dos DACM de suporte ao VE é importante que a dinâmica valvar aórtica e mitral se faça de forma apropriada. Entretanto, há situações em que isso não ocorre. Nesses casos, são necessárias intervenções na tentativa de otimizar o fluxo do dispositivo.¹⁰⁹

6.5.1.1. Valva aórtica

A valva aórtica é submetida de forma constante a grande pressão durante a assistência circulatoria mecânica esquerda, permanecendo fechada na maior parte do tempo. Em alguns casos (insuficiência aórtica leve a moderada), essa sobrecarga de pressão pode gerar uma insuficiência aórtica importante. Da mesma maneira, próteses mecânicas podem apresentar trombose a despeito da anticoagulação quando fechadas por muito tempo.

- **Conduas nas situações específicas:** Insuficiência valvar graduada maior que leve: (1) substituição por

prótese biológica; (2) oclusão cirúrgica da valva aórtica nativa durante procedimento com desvantagem a considerar: formação de trombo e ausência de via de saída do VE na eventual falência do dispositivo.¹¹⁰

- **Estenose:** em geral, não afeta o funcionamento adequado do dispositivo, exceto quando coexistência de dupla lesão.
- **Prótese mecânica:** (1) substituição por prótese biológica (pode ser considerada como primeira opção se ponte para recuperação); (2) oclusão cirúrgica da mesma, se ponte para transplante.

6.5.1.2. Valva mitral

O impacto que as disfunções mitrales apresentam no DACM não é tão significativo quanto as disfunções aórticas, embora algumas situações mereçam destaque:

- **Insuficiência valvar importante:** a valva pode ser mantida caso a opção de tratamento seja a terapia de destino. Entretanto, alguns autores advogam a anuloplastia mitral como opção terapêutica.¹¹¹
- **Estenose moderada a importante:** deve ser tratada cirurgicamente, pois limita fluxo para o dispositivo e leva a hipertensão pulmonar.
- **Prótese mecânica:** pode ser mantida, pois o alto fluxo transvalvar não favorece a formação de trombo.

6.5.1.3. Valva tricúspide

Em pacientes com IT mais que moderada, deve-se considerar anuloplastia tricúspide.

Especial cuidado deve-se ter em pacientes com hipertensão pulmonar, pois a correção da insuficiência pode aumentar a pós-carga, levando à disfunção do VD.

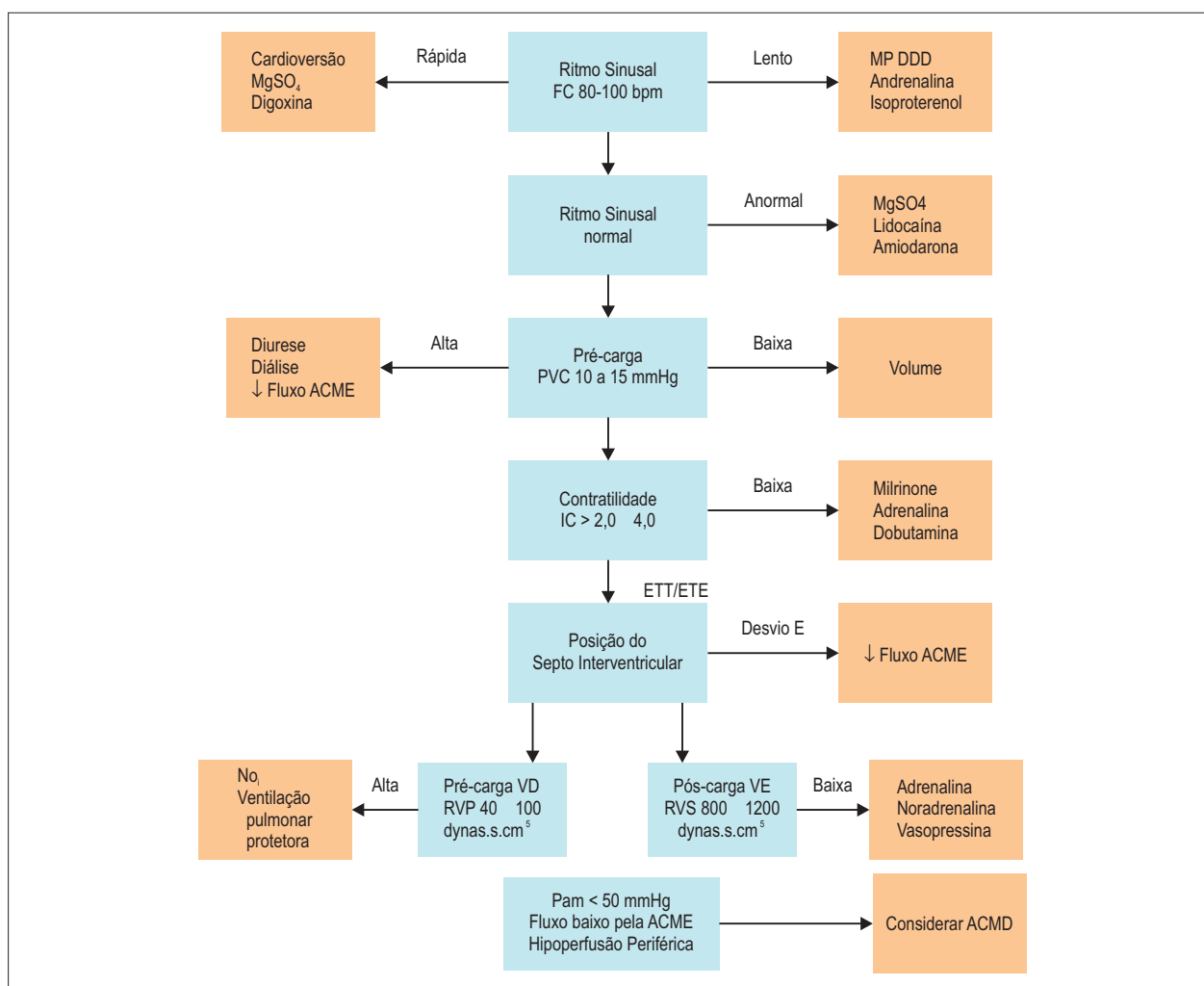


Figura 3 – Otimização e manejo do ventrículo direito. MgSO₄: sulfato de magnésio; FC: frequência cardíaca; MP DDD: marca-passo bicameral com estimulação e sensibilidade de átrio e ventrículo direito; ACME: assistência circulatória mecânica esquerda; PVC: pressão venosa central; IC: índice cardíaco; ETT: ecocardiograma transtorácico; ETE: ecocardiograma transesofágico; VD: ventrículo direito; RVP: resistência vascular pulmonar; VE: ventrículo esquerdo; RVS: resistência vascular sistêmica; ACMD: assistência circulatória mecânica direita; PAm: pressão arterial média.

6.5.2. Outros procedimentos

Todos os shunts intracardíacos, inclusive o FOP, devem ser corrigidos cirurgicamente. Há outras situações em que podem ocorrer procedimentos associados, no entanto são situações de exceção e que devem ser discutidas individualmente.

6.5.3. Implante de cardiodesfibrilador implantável

A indicação de um CDI deve ser considerada antes do implante de um DACM em pacientes com histórico de arritmias ventriculares.³¹

Nos pacientes que já eram portadores de CDI, a frequência de choques diminuiu após o implante de DACM, porém terapias apropriadas ocorreram em apenas 21% dos pacientes.^{112,113}

Vários estudos mostram taxas significativas de TV em pacientes portadores de DACM, variando de 22 a 52%. A maioria dos eventos arrítmicos ocorreu no pós-operatório imediato (de 1 a 8 semanas após o implante).¹¹²

A inativação do CDI deve ser considerada em pacientes com dispositivos de assistência biventricular que estão em TV persistente ou com frequentes episódios de TV sustentadas, apesar da terapia medicamentosa otimizada.³¹

7. Anticoagulação em dispositivos de assistência circulatória mecânica

7.1. Anticoagulação e Antiagregação plaquetária em dispositivos de assistência circulatória mecânica de curta e média duração³¹

7.1.1. Heparinização

Iniciar com heparina IV 12 a 24 horas após o implante do DACM ou quando a drenagem do dreno torácico < 50 mL/hora, em um período de 2 a 3 horas. Titule inicialmente até atingir um

Diretrizes

tempo de tromboplastina parcial (PTT) de 50 a 60 segundos por 24 horas. Após 24 horas, aumente a heparina e titule até atingir PTT de 60 a 80 segundos.

7.1.2. Anticoagulação oral

Utilizada após implante do DACM de média duração a partir do dia 3 a 5 após a cirurgia, uma vez que não exista evidência de sangramento e que os drenos e fios de marca-passo tenham sido removidos. Inicie a administração de varfarina mantendo o INR dentro de uma faixa de 2,0 a 3,0.

7.1.3. Antiagregação plaquetária

Deve ser realizada dependendo do DACM a ser implantado, conforme orientação do fabricante.

7.2. Anticoagulação em dispositivos de assistência circulatória mecânica de longa duração^{31,114,115}

No período pré-operatório, sugere-se a suspensão da anticoagulação de 4 a 7 dias antes do procedimento, para minimizar o risco de sangramento. Após o implante do dispositivo, recomenda-se introdução precoce da anticoagulação, inicialmente com heparina, já no dia 1 ou 2 pós-operatório, caso não exista evidência de sangramento ativo. Recomenda-se que a anticoagulação oral com antagonista da vitamina K seja iniciada após a retirada dos drenos torácicos, se não houver evidência de sangramento, em geral dos dias 2 ou 3 pós-operatórios. A faixa terapêutica desejada para o INR é indicada pelo fabricante de cada dispositivo (Quadro 14).

7.3. Antiagregação plaquetária em dispositivos de assistência circulatória mecânica de longa duração

No período pré-operatório, sugere-se a suspensão da antiagregação de 4 a 7 dias antes do procedimento. No pós-operatório, a introdução de Ácido Acetilsalicílico (AAS) pode ser considerada a partir das primeiras 24 horas. O uso crônico de AAS (81 a 325 mg) associado à anticoagulação pode ser recomendado. O uso de outros agentes antiplaquetários, bem como o controle da atividade antiplaquetária, pode ser recomendado, conforme orientação do fabricante (quadro 14).

8. Seguimento pós-implante de dispositivo de assistência circulatória mecânica de longa permanência

8.1. Avaliações clínicas

A avaliação clínica inclui o manejo clínico que faríamos para um paciente com IC avançada, somando os cuidados específicos relacionados ao dispositivo. A assistência desse paciente deve ser realizada pela equipe especializada (cardiologista clínico, cirurgião cardiovascular, coordenador de DACM, enfermeiro, psicólogo, nutricionista e fisioterapeuta).

Avaliação clínica deve ser realizada juntamente da análise dos parâmetros e alarmes do DACM.

A ferida operatória e os orifícios do driveline do DACM devem ser exaustivamente controlados, higienizados e revisados por equipe de enfermagem diariamente durante o período de internação. A educação do paciente e os cuidadores para este manuseio é fundamental.

Avaliação neurológica é fundamental, uma vez que até 9% destes pacientes desenvolvem algum evento cerebral e aproximadamente 1% deve cursar com paraplegia.¹¹⁶ O exame físico neurológico sumário deve ser realizado em todas as visitas e, sob qualquer nova alteração, exames de imagem devem ser solicitados. O serviço deve ter disponibilidade de plena assistência neurológica no seguimento desses pacientes.

Avaliação da coagulação/anticoagulação consiste na verificação do risco de tromboembolismos e sangramentos associados ao dispositivo, que deve ser sempre considerado, e na necessidade de anticoagulação oral ou parenteral, que requer controle clínico rigoroso, de acordo com as especificações e particularidades de cada dispositivo e protocolos institucionais.

A pesquisa ativa de infecções consiste no alto nível de suspeição, que deve ser exercitado para o diagnóstico e o tratamento precoce de infecções.

8.1.1. Pressão arterial

Considerando o fluxo contínuo dos DACM de longa permanência e a ausência de pulsatilidade, as medidas de pressões arteriais médias devem ser realizadas com ultrassonografia Doppler.

Quadro 14 – Terapia anticoagulante e antitrombótica em dispositivos de assistência circulatória mecânica de longa duração

Dispositivo	Anticoagulação com varfarina	Antiplaquetários
Berlin Heart	INR 2,5-3,5	AAS 81-100 mg 2 vezes/dia + clopidogrel 75 mg/dia ou dipiridamol 75 mg até 5 vezes/dia
HeartWare®	INR 2,0-3,0	AAS 325 mg/dia ou AAS 81 mg + clopidogrel 75 mg/dia ou AAS 81 mg/dia + AAS 25 mg/dipiridamol 200 mg
HeartMate® II	INR 2,0-3,0	AAS 81-100 mg + dipiridamol 75 mg 3 vezes/dia

INR: índice internacional normalizado; AAS: ácido acetilsalicílico.

No seguimento de DACM de longa permanência, a hipertensão arterial sistêmica deve ser evitada, pois geralmente acarreta diminuição do débito cardíaco e menor fluxo no dispositivo. Os vasodilatadores são indicados neste sentido para diminuir a resistência vascular periférica.

Hipotensão arterial deve ser evitada. Esta requer uma investigação etiológica que envolve hipovolemia, infecção, disfunção mecânica do aparelho, trombozes de cânulas ou causas cardíacas (IAM, tamponamento, TEP etc.).^{117,118}

8.2. Tratamento medicamentoso de insuficiência cardíaca

Recomenda-se que portadores de DACM recebam tratamento para IC; o objetivo do tratamento é o alívio de sintomas, a preservação da função ventricular direita, a prevenção de arritmias, a inibição do remodelamento cardíaco e a redução da hipertensão pulmonar.¹¹⁹ Essa recomendação baseia-se em estudos observacionais, indicando que o uso de Inibidores da Enzima Conversora da Angiotensina (IECA) está associado a maior taxa de explante do DACM¹²⁰ e que a introdução de betabloqueador após implante de DACM está associada a menor taxa de arritmias. Além disso, o uso de inibidor da fosfodiesterase-5 associado ao DACM reduziu mais a pressão pulmonar do que o DACM isoladamente, podendo ser considerado em pacientes com persistência de hipertensão pulmonar após o implante de DACM. Espironolactona, hidralazina e nitrato, digoxina e diuréticos podem ser utilizados.

8.3. Cuidados domiciliares

Os cuidados domiciliares com o DACM são parte fundamental para o sucesso do procedimento. O processo de educação do paciente/família deve ser contínuo desde a indicação até o seguimento após a alta. O paciente/família deve ser instruído e receber treinamento específico sobre como operar o sistema, trocar baterias e curativos, reconhecer situações de risco, fornecer primeiro atendimento de emergência e desencadear chamado para serviço médico de emergência, em caso de necessidade. Para tanto, é fundamental a abordagem multidisciplinar. Questões técnicas, cognitivas, sociais e psicológicas devem ser endereçadas e resolvidas antes da alta hospitalar, sendo necessária, muitas vezes, visita domiciliar para preparar a chegada do paciente, o que deve incluir a verificação do estado de tomadas e rede elétrica e notificação do serviço de fornecimento de energia local, além das condições sanitárias, de higiene, acessibilidade e locomoção.

Pacientes com domicílio em localidades distantes ou que planejem viagens devem ter estruturada uma rede referenciada para atendimentos programados e de emergência.

Visitas médicas para reavaliação após a alta devem ser programadas com frequência semanal no primeiro mês, quinzenal até o terceiro mês e, depois, mensalmente. Deve-se visar à otimização do tratamento da IC, à recuperação do estado nutricional, à reabilitação cardiovascular e ao reconhecimento de complicações, em especial a infecção de sítio (driveline), a trombose de sistema, o sangramento digestivo e as variações hemodinâmicas passíveis de influenciar no funcionamento do dispositivo (hipertensão arterial e hipovolemia).^{121,122}

8.4. Avaliações pós-implante

8.4.1. Ecocardiograma

No seguimento ambulatorial após implante de DACM de longa permanência, a avaliação ecocardiográfica rotineira é importante na detecção de complicações cardíacas após o implante, na otimização de parâmetros da bomba do DACM e na avaliação de recuperação miocárdica e função ventricular.¹⁰⁵

A avaliação ecocardiográfica, juntamente de outros exames, deve ser realizada em pacientes com funcionamento não ideal do dispositivo, com sintomas congestivos ou de baixo fluxo, objetivando identificar possíveis complicações como fatores obstrutivos ao dispositivo (por exemplo: mau posicionamento de cânula ou trombos), hipovolemia, insuficiência aórtica e piora de função de VD.

Os exames rotineiros após alta devem ser programados com frequência semanal no primeiro mês, quinzenal até o terceiro mês e, depois, mensalmente.

Os principais parâmetros de avaliação ecocardiográfica em pacientes ambulatoriais com DACM de longa permanência estão no quadro 15.

A determinação dinâmica da velocidade ideal (ramp test) com ecocardiograma pode ainda ajudar na identificação de trombose do DACM.^{105,123}

8.4.2. Cateterismo direito

A realização de cateterismo direito após implante de DACM de longa permanência auxilia na avaliação hemodinâmica de pacientes com sintomas persistentes de IC após o implante. Pressões de enchimento ventricular esquerdo elevadas podem sugerir baixa velocidade de rotação ou fatores obstrutivos do DACM. Já o aumento de PVC com baixo débito cardíaco e pressões de enchimento de câmaras esquerdas baixas podem indicar disfunção de VD após o implante.

O cateterismo direito deve ser realizado rotineiramente após o implante de DACM como forma de avaliação de pressões pulmonares em pacientes potencialmente candidatos a TC e com HP prévia ao implante.

A avaliação hemodinâmica com CAP é fundamental na avaliação de pacientes com recuperação miocárdica e proposta de explante do dispositivo.

8.4.3. Angiotomografia computadorizada

Permite a avaliação da posição, da angulação e da obstrução das cânulas do dispositivo em pacientes com sintomas persistentes após o implante ou suspeita de mau funcionamento do DACM.¹²⁴

8.4.4. Avaliação cardiopulmonar

A ergoespirometria em pacientes após o implante de DACM deve ser realizada como forma de orientação para prescrição de exercícios para reabilitação cardiopulmonar e para avaliação de performance em atividades físicas após o implante do DACM.¹²²

Diretrizes

Quadro 15 – Parâmetros ecocardiográficos no seguimento ambulatorial de pacientes com dispositivo de assistência circulatoria mecânica de longa permanência

Diâmetros ventriculares e atriais	Posicionamento do septo interventricular
Presença de trombos ventriculares	Pulsatilidade e velocidade de fluxo nas cânuas
Parâmetros de função de ventrículo direito	Quantificação do refluxo tricúspide
Frequência de abertura da valva aórtica	Estimativa da pressão sistólica pulmonar
Presença de refluxo da valva aórtica	Presença de derrame pericárdico

8.5. Qualidade de vida

A melhora de qualidade de vida é um dos grandes objetivos do implante de DACM. Assim, a documentação de questionários de qualidade de vida antes e em intervalos regulares após o procedimento deve ser realizada em todos os pacientes. Questionários genéricos ou aplicados para pacientes com IC (por exemplo: Minnesota) podem ser utilizados.

8.6. Complicações após implante de dispositivos de assistência circulatoria mecânica de longa duração

As principais complicações relacionadas a DACM estão no quadro 16.

8.6.1. Sangramentos maiores

Complicações hemorrágicas em pacientes em uso de DACM de longa permanência são causa importante de readmissões hospitalares.¹²⁵ Os protocolos de anticoagulação variam entre os centros, porém uso concomitante de varfarina e antiagregante plaquetário faz parte da maioria dos esquemas terapêuticos. Como causas principais de sangramentos, importante destacar aquelas relacionadas com a própria anticoagulação e antiagregação plaquetária, a presença de síndrome de von Willebrand adquirida e fístulas arteriovenosas.

Dentre as complicações hemorrágicas, a de trato gastrointestinal é a mais frequente e, muitas vezes, de grave evolução. Os principais fatores de risco de sangramento são idade, cardiomiopatia isquêmica, história prévia de hipertensão, índice de massa corporal elevada, revascularização miocárdica prévia e história prévia de sangramento, principalmente de trato gastrointestinal.¹²⁶ O manejo de sangramentos maiores é desafiador, pois a reversão completa da anticoagulação pode predispor à trombose do sistema. Estudos confirmam que a síndrome de von Willebrand é normalizada após TC.¹²⁷

8.6.2. Disfunção de ventrículo direito

A avaliação rigorosa da função do VD é parte fundamental no acompanhamento ambulatorial, após implante de DACM. Para tanto, dados clínicos, hemodinâmicos, laboratoriais e ecocardiográficos são levados em conta nessa definição. No período pós-operatório, mesmo em pacientes que preenchiam critérios preestabelecidos, a disfunção de VD pode ocorrer. Os sinais clínicos que alertam para a disfunção de VD, mesmo em pacientes após alta hospitalar, são alterações dos fluxos do dispositivo, alterações de

função hepática e/ou coagulação e sobrecarga volêmica com retenção hídrica e até mesmo sinais de baixo débito.

8.6.3. Eventos neurológicos

Eventos neurológicos são umas das complicações mais relacionadas a mortalidade após implante de DAV e mais comuns nos primeiros 30 a 60 dias após o procedimento.¹²⁸ Em estudos de coortes, antecedente de eventos neurológicos antes do implante e processos infecciosos após o implante são os principais fatores de risco associados a novos eventos neurológicos.¹²⁹

Pacientes que desenvolvem défices neurológicos novos devem ser rapidamente avaliados pela equipe de suporte circulatorio mecânico e de neurologia. Uma avaliação dos parâmetros do dispositivo deve ser realizada, com objetivo de detecção mau funcionamento ou sinais de trombose do dispositivo.

Tomografia computadorizada de crânio deve ser realizada rapidamente para definir origem embólica ou hemorrágica do evento neurológico. A avaliação do tempo de protrombina e o INR no momento do evento deve ser realizado. O ecocardiograma tem papel na identificação de possíveis êmbolos intracardíacos ou trombose do dispositivo.

O tratamento específico em caso de eventos isquêmicos é controverso. Além do ajuste de anticoagulação de pesquisa de fonte emboligênica, o uso de trombolítico ou terapias radiointervencionistas podem ser consideradas. O uso de trombolítico no período perioperatório do implante do dispositivo é contraindicado.

Em casos de eventos hemorrágicos, a descontinuação e a reversão da anticoagulação são recomendadas.

8.6.4. Infecções

A infecção pode ocorrer no driveline, no dispositivo ou na loja cirúrgica do dispositivo. Além disso, é possível ocorrer infecção de corrente sanguínea, pela manipulação cirúrgica.¹³⁰⁻¹³⁴

Para definir infecção relacionada ao dispositivo são necessários^{132,134}: confirmação microbiológica, histológica (no momento do explante) ou dois critérios maiores (nova coleção líquida identificada por ultrassonografia, tomografia ou cintilografia); critérios menores para infecção (provável ou possível), como febre sem outro foco aparente, novo eritema, dor, edema e/ou abaulamento na loja do dispositivo, linfangite diagnosticada radiologicamente.

Quadro 16 – Complicações de dispositivos de assistência circulatória mecânica (DACM) de longa duração

Sangramentos	Derrame pericárdico	Insuficiência respiratória
Disfunção de ventrículo direito	Hipertensão	Tromboembolismo arterial não neurológico
Eventos neurológicos	Arritmias	Tromboembolismo venoso
Infecções	Infarto do miocárdio	Deiscência de ferida operatória
Mau funcionamento do DACM	Disfunção hepática	Alteração psiquiátrica/comportamental
Hemólise	Disfunção renal	

Na suspeita de infecção relacionada ao dispositivo deve-se: coletar hemograma completo, dosagem de proteína C-reativa e pró-calcitonina; coletar três pares de hemoculturas de punções diferentes e uma hemocultura do cateter venoso central, quando presente; coletar amostra de secreção purulenta no driveline para bacterioscopia e cultura geral com antibiograma.

O início de antibioticoterapia empírica está indicado, com cobertura para bactérias Gram-positivas (glicopeptídeo), Gram-negativas (cefalosporina de terceira ou quarta gerações) e fungos (fluconazol), até o resultado das culturas.^{104,131,132}

No quadro 17, descrevem-se a classificação de infecções relacionadas ao driveline e a conduta que deve ser adotada.

8.6.5. Mau funcionamento de dispositivo

Define-se mau funcionamento de um DACM de longa permanência a falha intrínseca (ou seja, não iatrogênica ou ocasionada pelo receptor) de um ou mais dos componentes do sistema de assistência circulatória mecânica, que tem o potencial de resultar ou induzir estado de baixo débito cardíaco, choque circulatório ou óbito. É basicamente dividida em falha relacionada à bomba (em qualquer uma de suas partes: elementos em contato com o sangue; rotor; motor; engrenagens ou qualquer outro componente atuador do dispositivo compreendido pelo invólucro); e falha não relacionada à bomba (por exemplo, unidade de acionamento pneumático externo, unidade elétrica de alimentação, baterias, controlador, driveline, câmara de complacência etc.).

A incidência de substituição da bomba ou óbito devido à trombose de DACM sofreu aumento durante os anos de 2011 e 2012, mas a magnitude desse aumento continua a ser relativamente pequena.

8.6.6. Trombose de dispositivos de assistência circulatória mecânica

Trombogênese no contexto de assistência circulatória mecânica é um fenômeno multifatorial¹³⁵ e também pode ser subdividida em fatores relacionados ao DACM, ao cuidado com o paciente com DACM e intrínsecos do paciente com DACM (Quadro 18).

Diversos estudos examinaram as principais causas de trombose. Dentre os fatores mecânicos predominantes estão a posição da cânula inflow e a torção da cânula outflow.¹³⁶ Dentre os fatores não mecânicos, encontram-se: estados de hipercoagulabilidade, episódio de sangramento gastrintestinal prévio¹³⁷ ou atual, infecção, baixo fluxo devido à baixa

velocidade do rotor a fim de permitir abertura valvar aórtica,¹³⁸ número anual de implantes por determinado serviço, pacientes jovens, índice de massa corporal elevado, FEVE < 20%, Desidrogenase Láctica (LDH) elevada 1 mês após o implante,¹³⁹ com especial relevância para a LDH > 1.000 UL ou 2,5 vezes o limite superior da normalidade do laboratório. Essa elevação de LDH apresenta sensibilidade superior e equivalente especificidade em relação à hemoglobina plasmática livre > 40 mg/dL para diagnóstico precoce de trombose de DACM,¹⁴⁰ além de ser um marcador mais precoce e fator de risco independente tanto para trombose como para hemólise.

Mulheres e pacientes em terapia de destino estão sob maior risco de desenvolver um evento; por exemplo, baixo INR (< 1,5) parece ter um impacto sobre trombose de DACM somente para o sexo feminino.

A despeito da variedade de protocolos de trombólise existentes e com resultados diversos, o tratamento preferencial da trombose de dispositivo, sobretudo se tardia, é a substituição da bomba, já que a sobrevida 6 meses após troca do DACM é a mesma que a do implante inicial, a mortalidade operatória é baixa (< 7%), e o acesso subcostal é eficaz e preferível em relação à esternotomia mediana, devido ao menor tempo de CEC e de permanência em UTI, e menor sangramento pós-operatório.^{115,141}

8.6.7. Hemólise

A presença de hemólise é um dos marcadores utilizados para avaliação de trombose do dispositivo. Clinicamente, deve ser suspeitada e investigada na presença de hemoglobinúria, queda de hemoglobina, LDH elevada, haptoglobina reduzida ou hemoglobina sérica livre aumentada.

Sugerem-se dosagens seriadas desses marcadores laboratoriais ao longo da duração do DACM.

A evidência de hemólise associada à disfunção do DACM deve suscitar imediata otimização do tratamento antitrombótico, avaliação do dispositivo e, eventualmente, considerar terapia trombolítica.³¹

8.6.8. Arritmias

Tanto arritmias supraventriculares quanto ventriculares são frequentes após o implante de DACM, principalmente nos primeiros 30 dias após o implante e na ausência de betabloqueadores. As causas podem envolver distúrbios eletrolíticos, efeito de drogas, a própria presença do dispositivo e de processo cicatricial no miocárdio, bem como eventos de sucção.

Diretrizes

Quadro 17 – Classificação de Utah e manejo de infecções de *driveline* em pacientes com dispositivos de assistência circulatória mecânica de longa permanência

Estágios	Apresentação	Conduta
1	Pele incorporada ao <i>driveline</i> Ausência de secreção Pequena ou nenhuma hiperemia Ausência de sensibilidade	Cuidados intensivos com relação à fixação e imobilização do <i>driveline</i> no sítio de saída Revisão de técnicas de curativo
2	Fissura ou trauma inicial Drenagem: registrar e fotografar gazes e secreção (verificar quantidade, cor e odor) Hiperemia discreta Sensibilidade discreta	Swab e hemoculturas com antibiograma Tratamento antimicrobiano guiado por culturas e antibiograma Compressa altamente absorvente não aderente com camada de contato aluminizada Curativo com propriedades de interação hidrofóbica Curativo antimicrobiano com polihexametileno biguanida
3	Pele afastada do <i>driveline</i> , presença de vão Aumento da drenagem Aumento da hiperemia Sensibilidade	Infecção com exsudato: – Swab e hemoculturas com antibiograma – Tratamento antimicrobiano guiado por culturas e antibiograma – Compressa altamente absorvente não aderente com camada de contato aluminizada – Curativo com propriedades de interação hidrofóbica – Curativo antimicrobiano com alginato de cálcio Coleção próxima ao <i>driveline</i> : – Idem – Curativo absorvente de ácido hialurônico microgranular e alginato de cálcio
4	Pele afastada do <i>driveline</i> , presença de vão Grande volume de drenagem Aumento da hiperemia Dor	Swab e hemoculturas com antibiograma Tratamento antimicrobiano guiado por culturas e antibiograma Excisão ampla, limpeza cirúrgica, desbridamento do trajeto do <i>driveline</i> Fechamento com dispositivos a vácuo Remoção do DAV

DAV: dispositivo de assistência ventricular.

Quadro 18 – Fatores relacionados a trombose do dispositivo de assistência circulatória mecânica

DAV	Manejo
<ul style="list-style-type: none"> • Calor intrínseco gerado pela rotação de estator e rotor • Contato do sangue com elementos da bomba • Ativação plaquetária induzida por estresse de cisalhamento • Regiões de baixo fluxo e estase • Migração ou mau posicionamento da cânula <i>inflow</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • INR subterapêutico • Ausência de terapia antiplaquetária • Mau posicionamento da cânula <i>inflow</i> durante o implante • Tratamento de infecção • Baixo fluxo devido a: <ul style="list-style-type: none"> – Programação de velocidade baixa devido a sangramento gastrointestinal ou insuficiência aórtica – Tratamento subótimo de HAS
	<ul style="list-style-type: none"> • Trombo atrial ou ventricular preexistente • Fibrilação atrial • Prótese mecânica no VE • Infecção ou sepse • Baixo fluxo devido a: <ul style="list-style-type: none"> – Mudança de posição da cânula ao longo do tempo (ganho ou perda de peso e flexão do tronco) – Disfunção de VD – Hipovolemia – HAS • Não ou má adesão ao tratamento

DAV: dispositivo de assistência ventricular; INR: índice internacional normalizado; VE: ventrículo esquerdo; HAS: hipertensão arterial sistêmica; VD: ventrículo direito.

As arritmias, mesmo a fibrilação ventricular e a TV, tendem a ser bem toleradas e seu controle envolve o uso de drogas antiarrítmicas e, nos portadores de CDI, a interrupção da arritmia por overdrive ou choque. Em casos refratários, podem ser necessários procedimentos eletrofisiológicos.

8.6.9. Hipertensão

Hipertensão arterial em pacientes com DACM de longa permanência aumenta o risco de acidentes vasculares cerebrais e tem impacto direto na *performance* do dispositivo.

Em dispositivos não pulsáteis, o fluxo gerado é dependente da pós-carga, uma vez que a velocidade de rotação é constante. Assim, o aumento de pós-carga relacionada à hipertensão arterial não controlada tende a diminuir o fluxo gerado pelo dispositivo, diminuindo a descompressão do VE.

Deve-se manter PAM \leq 80 mmHg em pacientes ambulatoriais com DACM e os IECA (alternativamente os Bloqueadores do receptor da Angiotensina – BRA) são as medicações de primeira linha no tratamento de hipertensão nesses pacientes.³¹

8.7. Proposta de critérios de priorização para transplante cardíaco em pacientes com dispositivos de assistência circulatoria mecânica

Com o aumento crescente de número de implantes de DACM em nosso meio, esse documento propõe uma alteração nos critérios de priorização de pacientes em fila de TC. Esse novo critério está descrito no quadro 19.

Pacientes com DACM de longa permanência complicada na impossibilidade de troca passam a ser prioridade 1 (por exemplo: mau funcionamento, trombose com comprometimento hemodinâmico, infecção do DACM intratável, arritmias intratáveis e eventos tromboembólicos).

9. Cuidados paliativos e questões éticas em pacientes com dispositivos de assistência circulatoria mecânica

9.1. Cuidados paliativos

Cuidados paliativos fornecem assistência integral aos pacientes com doenças limitantes à vida e sob risco de morte iminente, ao longo de sua trajetória. Seus domínios abrangem estruturação e planejamento do cuidado, bem como aspectos físicos, psicológicos, psiquiátricos e sociais da atenção ao paciente e a seus familiares, e particularidades espirituais, religiosas, existenciais e culturais de cada indivíduo.

A equipe multiprofissional deve discutir o prognóstico de maneira clara e objetiva, logo no momento do diagnóstico, dizendo a verdade fundamentada e balanceando esperança, confiança e solidariedade.

Se dividirmos a trajetória da IC avançada em três fases (terapia farmacológica, TRC e CDI conforme indicados; suporte inotrópico parenteral e DACM/TC), em cada uma

delas há espaço para cuidados paliativos.¹⁴² Entretanto, é a indicação de DACM de longa permanência como terapia de destino o cenário que melhor possibilita a elaboração de planos de preparação para os aspectos clínicos mais relevantes: objetivos e expectativas; tratamento da dor, da dispnéia e do delirium; administração de opioides; sedação; antibioticoterapia de longa permanência; nutrição artificial; transfusão de hemoderivados; hemodiálise; hidratação; ventilação mecânica; AVC; sangramento intracraniano; falência do DAV; infecção do DAV; estratégias pós-operatórias de reabilitação; avaliação psicossocial; preferências espirituais e/ou religiosas e, por fim, desligamento dos dispositivos e preparação para o óbito.¹⁴³

9.2. Questões éticas envolvendo pacientes com dispositivos de assistência circulatoria mecânica

O implante de um DACM tem o potencial de criar dilemas médicos e psicossociais sem precedentes. Políticas éticas são necessárias para acompanhar o desenvolvimento tecnológico desses dispositivos. Para preencher essa lacuna, foi proposta uma abordagem com dez pontos sob a forma de um checklist, divididos em três fases (Quadro 20).¹⁴⁴ Este modelo pode ajudar centros que implantam DACM a desenvolverem um plano organizado e abrangente, para resolver dilemas específicos dessa terapia.

Comparativamente com a terapia farmacológica otimizada, a terapia com DACM pode prolongar a vida de pacientes com IC em estágio D. No entanto, a qualidade de vida pode ser adversamente afetada em alguns receptores dessa terapia como eventos neurológicos, infecções ou mau funcionamento do dispositivo. DACM alteram trajetórias no fim da vida. Cuidadores podem ter sobrecarga física, psicológica ou financeira após este tipo de tratamento.

Recomendam-se, assim, uma abordagem precocemente pautada por um cuidado paliativo e a criação das condições para o estabelecimento de um consentimento informado, por meio de: participação direta de uma equipe interdisciplinar que inclua especialistas em cuidados paliativos; um plano conciso de cuidados com antecipação de complicações dos DACM; aconselhamento e vigilância de sobrecarga de cuidadores; plano detalhado de cuidados antevendo mudanças de trajetória no fim da vida e no momento para desativação do DACM; e discussão do impacto econômico de longo prazo no paciente, cuidador e familiares.

Quadro 19 – Proposta de critérios de priorização para transplante cardíaco

Prioridade	Critério
1	Pacientes em choque cardiogênico em uso de DACM paracorpóreos de curta ou média duração (incluindo balão intra-aórtico) DACM de longa permanência complicada na impossibilidade de troca
2	Choque cardiogênico em uso de inotrópicos ou vasopressores
3	DACM de longa permanência estável não complicada
4	Insuficiência cardíaca avançada ambulatorial

DACM: dispositivos de assistência circulatoria mecânica.

Na ausência de um consentimento direto em pacientes em estado de emergência, um consentimento indireto ou presumido pode ser cuidadosamente obtido com um responsável legal para o implante de um DACM de curta duração, no intuito de melhorar a condição clínica do paciente para que ele participe da decisão do implante de uma DACM de longa duração, se necessário.¹⁴⁵

Candidatos e cuidadores devem receber orientações sobre doença; proposta terapêutica; motivos para esta; DACM, funcionamento e manejo; cuidados pós-operatórios a curto e longo prazo; mudanças de estilo de vida; riscos e benefícios do tratamento; processo de avaliação multiprofissional para elegibilidade; outras opções terapêuticas se houver. Formulário com todas as informações discriminadas deve ser assinado por paciente e/ou responsável legal, consentindo a proposta, e pelo médico responsável, após certificar-se de que houve compreensão do conteúdo.²

10. Sumário e fluxograma para implante do dispositivo de assistência circulatória mecânica

Apesar dos avanços no manuseio de pacientes com IC, casos refratários e de choque cardiogênico permanecem um problema grave e de mau prognóstico. O TC permanece como

terapia definitiva para esses casos. Entretanto, cerca de 30% morrem antes do transplante, em parte devido à insuficiente oferta de doadores. Além disso, uma grande parcela desses pacientes possui contraindicações ao transplante.⁹⁵

Assistência circulatória mecânica nessa população de pacientes oferece uma estratégia alternativa de tratamento, podendo funcionar como ponte para transplante, ponte para recuperação, ponte para decisão (quando há um risco imediato de morte e, posteriormente, se fará uma avaliação clínica mais adequada), ponte para candidatura (para melhorar a função de órgãos alvo e tornar elegível um candidato) e como terapia de destino (usado principalmente quando há contraindicações ao transplante). Porém essas designações podem mudar a qualquer momento, pois a IC pode ter um quadro dinâmico (Figura 4).¹⁴⁶

Os DACM usados atualmente são classificados em curta (temporários) e longa duração. A escolha do DACM deve ser individualizada para cada paciente.

O sucesso da terapia com DACM depende principalmente da adequada seleção do paciente, do tipo de DACM, da técnica cirúrgica e do manuseio pós-operatório. O status clínico pré-operatório, idade, condição socioeconômica e apoio familiar do paciente são fatores que precisam ser levados em consideração na tomada de decisão.³¹ Enfim, o ponto fundamental nesse tipo de terapia é a seleção do dispositivo certo para o paciente certo, no momento certo.¹⁴⁷

Quadro 20 – Considerações éticas para implante do dispositivo de assistência circulatória mecânica (DACM): um modelo de dez pontos

Ponto	Fase 1: informações iniciais (entendendo o consentimento)
1	Intervenção cirúrgica: eventos que levam a esse tipo de intervenção cirúrgica, incluindo procedimentos eletivos vs. emergenciais. Apresentado por: cirurgião e cardiologista clínico
2	Tecnologia do dispositivo: apresentar a tecnologia do dispositivo incluindo riscos, benefícios e desfechos com possíveis revisões cirúrgicas. Apresentar o DACM como uma terapia de resgate, mais do que uma "cura", com mortalidade e morbidade permanecendo altas. Exemplificar com os estudos mais recentes. Revisar a indicação de PPT vs. TP; necessidade de manutenção em DVA vs. DACM; expectativa realista vs. idealista de recuperação. Apresentado por: cirurgião, cardiologista clínico e coordenador de assistência circulatória
3	Recuperação esperada: razões para e período de hospitalização e recuperação usual da cirurgia. Apresentado por: cirurgião, cardiologista clínico e coordenador de assistência circulatória
4	Mudança de planos: estabelecer a noção de que o "plano de cuidados" pode mudar a qualquer momento com base em necessidades físicas, hemodinâmicas ou neurológicas. Discutir eventos inesperados como desmame do aparelho, falência técnica, necessidade de troca da bomba, infecção e o significado de "resgate" com revisão das opções. Apresentado por: cirurgião, cardiologista clínico e coordenador de assistência circulatória
	Fase 2: Preparação pré-implante (direções futuras)
5	Planejamento dos cuidados: necessidade de definir algoritmos e planos de cuidados específicos para PPT ou TP antes do implante. Apresentado por: cirurgião, cardiologista clínico, coordenador de assistência circulatória, e psicólogo, serviço social ou psiquiatra
6	Definição de um tomador de decisão: definir um porta-voz com possibilidade de tomadas de decisão e com envolvimento com os grupos de manejo de risco da instituição. Apresentado por: cirurgião, cardiologista clínico, coordenador de assistência circulatória, e psicólogo, serviço social ou psiquiatra
7	Preferências culturais: considerar possíveis preferências culturais ou religiosas. Apresentado por: cirurgião, cardiologista clínico, coordenador de assistência circulatória, e psicólogo, serviço social ou psiquiatra
8	Resolução de conflitos: envolver o comitê de ética da instituição quando os conflitos persistem além do plano de cuidado estabelecido entre as expectativas familiares e o progresso do paciente. Apresentado por: coordenador de assistência circulatória, e psicólogo, serviço social ou psiquiatra
	Fase 3: aspectos de fim de vida específicos de DACM (retirada de cuidados)
9	Plano paliativo: definição e discussão de ordens de NR e NI e remoção do suporte de vida sob suporte mecânico. Discutir cuidados de palição ou conforto no hospital, em casa ou outro local. Apresentado por: cirurgião, cardiologista clínico, coordenador de assistência circulatória, e psicólogo, serviço social ou psiquiatra
10	Retirada aceitável: desenvolver um processo de retirada para o paciente e a família. Apresentado por: cirurgião, cardiologista clínico, coordenador de assistência circulatória, e psicólogo, serviço social ou psiquiatra

DACM: dispositivos de assistência circulatória mecânica; PPT: ponte para transplante; TP: terapia permanente; DAV: dispositivo de assistência ventricular; NR: não ressuscitar; NI: não intubar.

11. Equipe multiprofissional

11.1. Coordenador do dispositivo de assistência circulatoria mecânica

O coordenador de DACM é responsável por coordenar o processo de assistência circulatoria, tendo as funções assistenciais, gerenciais e ensino. Os papéis do coordenador de DACM são múltiplos e dizem respeito às fases pré, intra e pós-operatório, assim com o seguimento ambulatorial com consulta seriada, além de coordenar os fluxos da avaliação clínica dos potenciais candidatos ao DACM com a participação do cardiologista, cirurgião e anestesista.

Fazem parte das funções assistenciais: consulta de avaliação clínica para dispositivo indicado; visita domiciliar; preparo do dispositivo no centro cirúrgico; ajuste dos parâmetros DACM durante o implante; coordenar o planejamento terapêutico durante a internação; planejar a alta hospitalar; e realizar o agendamento das consultas no seguimento ambulatorial.

A função administrativa abrange: preparo da logística para o implante do dispositivo; coordenação de banco de dados; e gerenciamento dos equipamentos.

A função de ensino corresponde à educação da equipe de saúde, paciente e família; e à coordenação do desenvolvimento de pesquisa clínica.

11.2. Avaliação pré-implante

11.2.1. Avaliação psicológica

A avaliação psicológica, conduzida por psicólogo qualificado, deve ser realizada tão logo médicos considerem o DACM. Ela objetiva conhecer o potencial de sucesso do candidato e identificar riscos que possam comprometer o tratamento.³¹

Por meio de entrevistas e instrumentos específicos, deve-se avaliar: história pessoal, conhecimento/compreensão da doença e proposta terapêutica; desejo/motivação para esta; história de adesão a tratamentos; existência/qualidade de suporte social e emocional; história de doença psiquiátrica; estabilidade psicológica; estratégias de enfrentamento; função cognitiva; e uso de substâncias psicoativas.^{31,96,148}

São contraindicações absolutas, do ponto de vista psicológico: suporte social inadequado/inexistente; uso ativo de substâncias psicoativas ou abstinência inferior a 6 meses

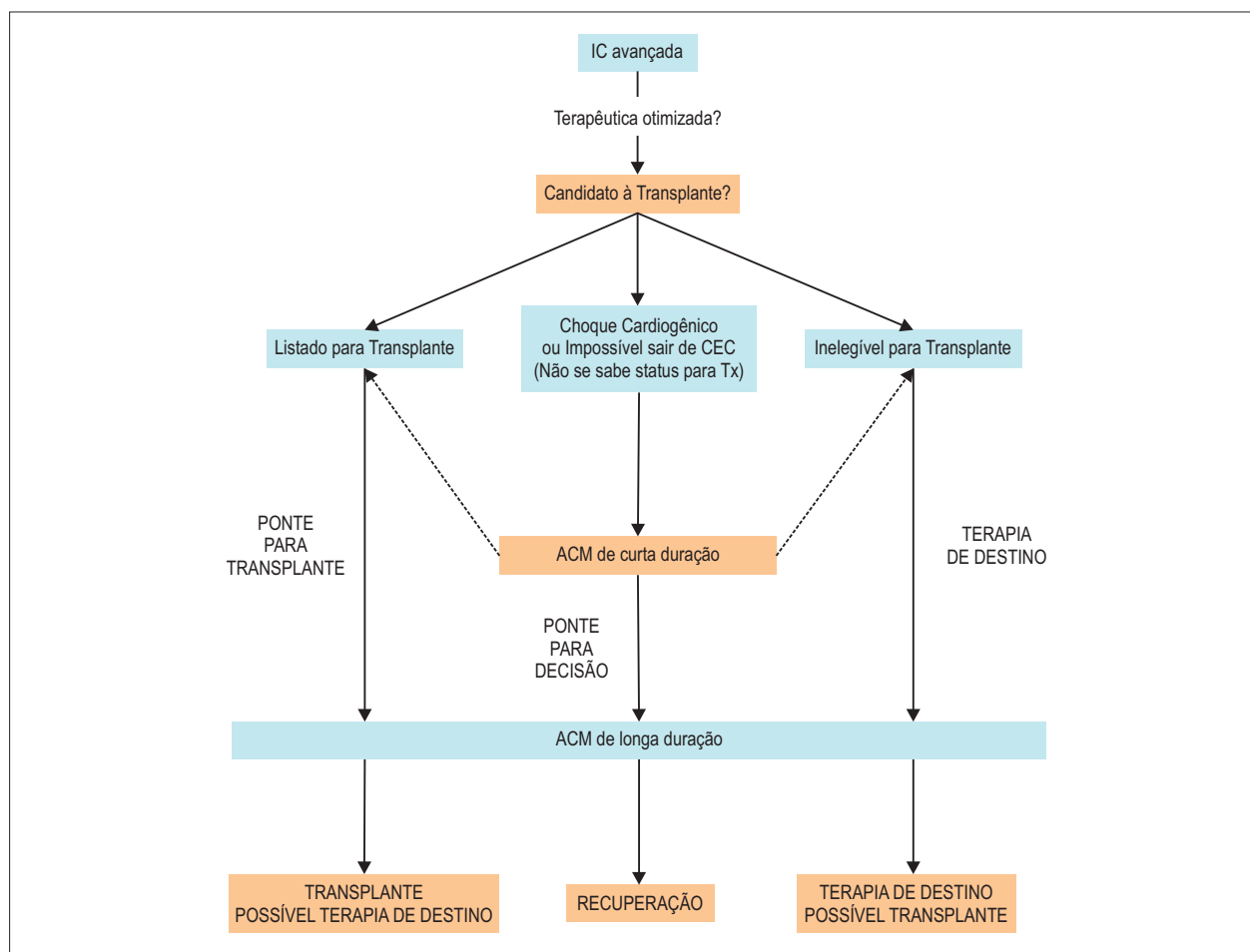


Figura 4 – Fluxograma de implante de dispositivo de assistência circulatoria mecânica. IC: insuficiência cardíaca; CEC: circulação extracorpórea.

Diretrizes

(excluindo-se quando prescritas para tratamento); transtornos psiquiátricos ativos sem tratamento; documentada não adesão a tratamentos médicos; tentativas de suicídio progressivas ou ideação suicida atual; recusa do tratamento proposto. São contraindicações relativas: comprometimento cognitivo; retardo mental; transtornos de personalidade em tratamento; falhas em tratamentos médicos diversos; ambivalência quanto à proposta terapêutica; incapacidade para compreender informações; pouca receptividade às orientações.^{31,96}

Aspectos negativos avaliados podem modificar-se com o tempo ou mediante orientação. Contraindicações relativas, combinadas, podem excluir o candidato; mas também podem ser minimizadas, principalmente se o cuidador suprir as carências observadas.

O cuidador deve ser também avaliado nos aspectos de bom vínculo afetivo com o paciente, tempo disponível, boa capacidade cognitiva, postura proativa, estabilidade emocional e ausência de doenças que comprometam sua capacidade de cuidar. Recomenda-se mais de um cuidador.

11.3. Cuidados pós-implante

11.3.1. Cuidados e treinamentos intra-hospitalar

Os cuidados aos pacientes em uso de DACM, prestados pela equipe multiprofissional, devem ser direcionados à prevenção de infecção e ao manejo adequado da coagulação. Atenção especial deve ser dada às inserções das cânulas, que devem permanecer livres de exsudação, às extensões, mantidas sem a presença de pontos de coagulação, e aos exames laboratoriais. A busca ativa por alterações, tanto na aparência dos curativos quanto no interior dos dispositivos, favorece a qualidade da assistência e evita possíveis complicações, como proliferação microbiana, desprendimento de coágulos ou sangramento. Um treinamento teórico-prático deve ser oferecido aos profissionais que prestam cuidados a esses pacientes, com objetivo de padronização das atividades executadas.

11.3.2. Curativos

11.3.2.1. Dispositivos paracorpóreos

Devem ser realizados de forma estéril, utilizando, para limpeza local, solução fisiológica 0,9% e posterior aplicação de clorexidina alcoólica 0,5%. A primeira cobertura deve ser feita com uma almofada absorvente e não aderente, associada a um filme transparente hipoalergênico com alto índice de transmissão de vapores úmidos, permanecendo no local por, no máximo 24, horas. Se houver excesso de exsudação ou necessidade de estabilização das cânulas, aconselha-se associar ao curativo espuma de poliuretano abaixo das cânulas.¹⁴⁹⁻¹⁵¹

Se não houver excesso de exsudação local em 24 horas, sugere-se a aplicação de uma película transparente estéril no local de inserção, com adesivo hipoalergênico associado a uma almofada em gel impregnada com clorexidina a 2% aquosa, que pode ser mantida por até 10 dias, de acordo com avaliação de enfermeiro estomaterapeuta.¹⁵¹

11.3.2.2. Dispositivo de longa permanência

Os curativos do driveline de DACM de longa permanência devem ser trocados em domicílio e nas consultas ambulatoriais diariamente até 30 dias depois da alta hospitalar; duas vezes por semana, de 1 a 3 meses após alta; e semanal, após 3 meses.

O curativo deve ser trocado com técnica estéril, utilizando gaze, soro fisiológico inicialmente e clorexidina alcoólica 0,5%, com movimentos circulares ao redor do sítio de saída do driveline e desprezando a gaze. O procedimento deve ser repetido três vezes durante a limpeza. É importante documentar em fotos o sítio de saída do driveline e as possíveis secreções ao redor do óstio, para comparação futura.

Após a limpeza, deve ser aplicada uma cobertura adesiva sobre uma gaze dobrada e fixado o driveline a 4 cm do óstio com algum tipo de dispositivo fixador, com objetivo de impedir o tracionamento do driveline próximo ao sítio de saída.

Familiares, cuidadores e paciente devem ser orientados quanto à comunicação imediata ao coordenador de dispositivo, se houver qualquer mudança no aspecto do sítio de saída do driveline durante a limpeza ou aparecimento de secreções.

11.3.3. Documentação de parâmetros do dispositivo

A monitorização rigorosa dos parâmetros dos DACM é fundamental para a intervenção e o diagnóstico precoce de complicações no pós-operatório imediato e tardio. Devem ser registrados no prontuário do paciente, regularmente, pelo enfermeiro, conforme tempo de pós-operatório e parâmetros normalmente exibidos nos DACM de longa permanência: fluxo (L/min), velocidade (rpm), pulsatilidade (PI) e consumo de energia.³¹ Além desses dados, devem ser registradas condições de inserção do driveline. O resultado laboratorial do hematócrito deve ser dosado sempre para ajuste dos parâmetros. O histórico dos parâmetros dos DACM deve ser enviado ao responsável periodicamente ou diante de alguma eventualidade.¹⁰⁴ O enfermeiro deve estar preparado para interpretar os alarmes.

Vale ressaltar que parâmetros hemodinâmicos, drogas utilizadas, drenagem e balanço hídrico devem ser registrados no prontuário de acordo com a rotina de cada instituição.

11.4. Seguimento ambulatorial

O seguimento ambulatorial tem como finalidade prevenir e detectar precocemente complicações relacionadas ao dispositivo. A consulta permite acompanhar, de forma sistemática, a condição clínica do paciente, o aspecto do sítio de saída do driveline, fazer orientações relacionadas ao sistema de assistência ventricular e ter um plano de emergência. As ações de enfermagem devem estar voltadas para a verificação dos sinais vitais, dos exames laboratoriais e físico, do controle do peso e da conciliação medicamentosa, além de interrogar os dispositivos com os monitores e salvar os parâmetros, que serão encaminhados ao fabricante do produto, para verificação e revisão do funcionamento do dispositivo.

A frequência das consultas pode variar entre os pacientes, dependendo da condição clínica, de dúvidas relacionadas ao autocuidado e da distância do paciente do centro de referência do implante.

Referências

- Bocchi EA, Marcondes-Braga FG, Bacal F, Ferraz AS, Albuquerque D, Rodrigues Dde A, et al. [Updating of the Brazilian guideline for chronic heart failure - 2012]. *Arq Bras Cardiol.* 2012;98(1 Suppl 1):1-33.
- Metra M, Ponikowski P, Dickstein K, McMurray JJ, Gavazzi A, Bergh CH, et al; Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. Advanced chronic heart failure: a position statement from the study group on advanced heart failure of the heart failure association of the european society of cardiology. *Eur J Heart Fail.* 2007;9(6-7):684-94.
- Issa VS, Amaral AF, Cruz FD, Ferreira SM, Guimaraes GV, Chizzola PR, et al. Beta-blocker therapy and mortality of patients with chagas cardiomyopathy: a subanalysis of the remadhe prospective trial. *Circ Heart Fail.* 2010;3(1):82-8.
- Bocchi EA, Guimaraes G, Tarasoutshi F, Spina C, Mangini S, Bacal F. Cardiomyopathy, adult valve disease and heart failure in South America. *Heart.* 2009;95(3):181-9.
- Mocelin AO, Issa VS, Bacal F, Guimaraes GV, Cunha E, Bocchi EA. The influence of aetiology on inflammatory and neurohumoral activation in patients with severe heart failure: a prospective study comparing chagas' heart disease and idiopathic dilated cardiomyopathy. *Eur J Heart Fail.* 2005;7(5):869-73.
- Kirklin JK, Naftel DC, Kormos RL, Stevenson LW, Pagani FD, Miller MA, et al. Third intermacs annual report: The evolution of destination therapy in the united states. *J Heart Lung Transplant.* 2011;30(2):115-23.
- Kirklin JK, Naftel DC, Pagani FD, Kormos RL, Stevenson LW, Blume ED, et al. Seventh INTERMACS annual report: 15,000 patients and counting. *J Heart Lung Transplant.* 2015;34(3):301-5.
- Boyle AJ, Ascheim DD, Russo MJ, Kormos RL, John R, Naka Y, et al. Clinical outcomes for continuous-flow left ventricular assist device patients stratified by pre-operative INTERMACS classification. *J Heart Lung Transplant.* 2011;30(4):402-7.
- Moskowitz AJ, Rose EA, Gelijns AC. The cost of long-term lvad implantation. *Ann Thorac Surg.* 2001;71(3 Suppl):S195-8.
- Rose EA, Gelijns AC, Moskowitz AJ, Heitjan DF, Stevenson LW, Dembitsky W, et al; Randomized Evaluation of Mechanical Assistance for the Treatment of Congestive Heart Failure (REMATCH) Study Group. Long-term use of a left ventricular assist device for end-stage heart failure. *N Engl J Med.* 2001;345(20):1435-43.
- Levy WC, Mozaffarian D, Linker DT, Sutradhar SC, Anker SD, Cropp AB, et al. The Seattle Heart Failure Model: prediction of survival in heart failure. *Circulation.* 2006;113(11):1424-33.
- Levy WC, Mozaffarian D, Linker DT, Farrar DJ, Miller LW; REMATCH Investigators. Can the Seattle heart failure model be used to risk-stratify heart failure patients for potential left ventricular assist device therapy? *J Heart Lung Transplant.* 2009;28(3):231-6.
- Reedy JE, Swartz MT, Termuhlen DF, Pennington DG, McBride LR, Miller LW, et al. Bridge to heart transplantation: importance of patient selection. *J Heart Transplant.* 1990;9(5):473-80.
- Lietz K, Miller LW. Patient selection for left-ventricular assist devices. *Curr Opin Cardiol.* 2009;24(3):246-51.
- Lietz K, Long JW, Kfoury AC, Slaughter MS, Silver MA, Milano CA, et al. Outcomes of left ventricular assist device implantation as destination therapy in the post-rematch era: implications for patient selection. *Circulation.* 2007;116(5):497-505.
- Cowger J, Sundareswaran K, Rogers JC, Park SJ, Pagani FD, Bhat G, et al. Predicting survival in patients receiving continuous flow left ventricular assist devices: The HeartMate II risk score. *J Am Coll Cardiol.* 2013;61(3):313-21.
- Oz MC, Goldstein DJ, Pepino P, Weinberg AD, Thompson SM, Catanese KA, et al. Screening scale predicts patients successfully receiving long-term implantable left ventricular assist devices. *Circulation.* 1995;92(9 Suppl):II169-73.
- Deng MC, Loebe M, El-Banayosy A, Gronda E, Jansen PG, Viganò M, et al. Mechanical circulatory support for advanced heart failure: effect of patient selection on outcome. *Circulation.* 2001;103(2):231-7.
- Reilly MP, Wieggers SE, Cucchiara AJ, O'Hara ML, Plappert TJ, Loh E, et al. Frequency, risk factors, and clinical outcomes of left ventricular assist device-associated ventricular thrombus. *Am J Cardiol.* 2000;86(10):1156-9.
- Kilger E, Strom C, Frey L, Felbinger TW, Pichler B, Tichy M, et al. Intermittent atrial level right-to-left shunt with temporary hypoxemia in a patient during support with a left ventricular assist device. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2000;44(1):125-7.
- Vitebskiy S, Fox K, Hoit BD. Routine transesophageal echocardiography for the evaluation of cerebral emboli in elderly patients. *Echocardiography.* 2005;22(9):770-4.
- Chumanvej S, Wood MJ, MacGillivray TE, Melo MF. Perioperative echocardiographic examination for ventricular assist device implantation. *Anesth Analg.* 2007;105(3):583-601.
- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afzalalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2015;16(3):233-70.
- Topilsky Y, Hasin T, Oh JK, Borgeson DD, Boilson BA, Schirger JA, et al. Echocardiographic variables after left ventricular assist device implantation associated with adverse outcome. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2011;4(6):648-61.
- Santamore WP, Gray LA Jr. Left ventricular contributions to right ventricular systolic function during lvad support. *Ann Thorac Surg.* 1996;61(1):350-6.
- Loforte A, Stepanenko A, Potapov EV, Musumeci F, Dranishnikov N, Schweiger M, et al. Temporary right ventricular mechanical support in high-risk left ventricular assist device recipients versus permanent biventricular or total artificial heart support. *Artif Organs.* 2013;37(6):523-30.
- Scalia GM, McCarthy PM, Savage RM, Smedira NG, Thomas JD. Clinical utility of echocardiography in the management of implantable ventricular assist devices. *J Am Soc Echocardiogr.* 2000;13(8):754-63.
- Rudski LG, Lai WW, Afzalalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23(7):685-713.
- Hatano M, Kinugawa K, Shiga T, Kato N, Endo M, Hisagi M, et al. Less frequent opening of the aortic valve and a continuous flow pump are risk factors for postoperative onset of aortic insufficiency in patients with a left ventricular assist device. *Circ J.* 2011;75(5):1147-55.
- Potapov EV, Schweiger M, Stepanenko A, Dandel M, Kukucka M, Vierecke J, et al. Tricuspid valve repair in patients supported with left ventricular assist devices. *ASAIO J.* 2011;57(5):363-7.
- Feldman D, Pamboukian SV, Teuteberg JJ, Birks E, Lietz K, Moore SA, et al; International Society for Heart and Lung Transplantation. The 2013 international society for heart and lung transplantation guidelines for mechanical circulatory support: executive summary. *J Heart Lung Transplant.* 2013;32(2):157-87.
- Argiriou M, Kolokotron SM, Sakellaridis T, Argiriou O, Charitos C, Zorogoulidis P, et al. Right heart failure post left ventricular assist device implantation. *J Thorac Dis.* 2014;6 Suppl 1:S52-9.
- Matthews JC, Koelling TM, Pagani FD, Aaronson KD. The right ventricular failure risk score a pre-operative tool for assessing the risk of right ventricular failure in left ventricular assist device candidates. *J Am Coll Cardiol.* 2008;51(22):2163-72.

Diretrizes

34. Kormos RL, Teuteberg JJ, Pagani FD, Russell SD, John R, Miller LW, et al; HeartMate II Clinical Investigators. Right ventricular failure in patients with the HeartMate II continuous-flow left ventricular assist device: incidence, risk factors, and effect on outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;139(5):1316-24.
35. Fitzpatrick JR 3rd, Frederick JR, Hsu VM, Kozin ED, O'Hara ML, Howell E, et al. Risk score derived from pre-operative data analysis predicts the need for biventricular mechanical circulatory support. *J Heart Lung Transplant.* 2008;27(12):1286-92.
36. Atluri P, Goldstone AB, Fairman AS, MacArthur JW, Shudo Y, Cohen JE, et al. Predicting right ventricular failure in the modern, continuous flow left ventricular assist device era. *Ann Thorac Surg.* 2013;96(3):857-63.
37. Holman WL, Acharya D, Siric F, Loyaga-Rendon RY. Assessment and management of right ventricular failure in left ventricular assist device patients. *Circ J.* 2015;79(3):478-86.
38. Yang JA, Kato TS, Shulman BP, Takayama H, Farr M, Jorde UP, et al. Liver dysfunction as a predictor of outcomes in patients with advanced heart failure requiring ventricular assist device support: Use of the model of end-stage liver disease (meld) and meld excluding inr (meld-xi) scoring system. *J Heart Lung Transplant.* 2012;31(6):601-10.
39. Esper SA, Levy JH, Waters JH, Welsby IJ. Extracorporeal membrane oxygenation in the adult: a review of anticoagulation monitoring and transfusion. *Anesth Analg.* 2014;118(4):731-43.
40. Lafc C, Budak AB, Yener AU, Cicek OF. Use of extracorporeal membrane oxygenation in adults. *Heart Lung Circ.* 2014;23(1):10-23.
41. Weitzel LB, Ambardekar AV, Brieke A, Cleveland JC, Serkova NJ, Wischmeyer PE, et al. Left ventricular assist device effects on metabolic substrates in the failing heart. *PLoS One.* 2013;8(4):e60292.
42. Aslam S, Hernandez M, Thornby J, Zeluff B, Darouiche RO. Risk factors and outcomes of fungal ventricular-assist device infections. *Clin Infect Dis.* 2010;50(5):664-71.
43. Holdy K, Dembitsky W, Eaton LL, Chillcott S, Stahovich M, Rasmusson B, et al. Nutrition assessment and management of left ventricular assist device patients. *J Heart Lung Transplant.* 2005;24(10):1690-6.
44. Stretch R, Sauer CM, Yuh DD, Bonde P. National trends in the utilization of short-term mechanical circulatory support: incidence, outcomes, and cost analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64(14):1407-15.
45. Mulloy DP, Bhamidipati CM, Stone ML, Ailawadi C, Kron IL, Kern JA. Orthotopic heart transplant versus left ventricular assist device: a national comparison of cost and survival. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145(2):566-73.
46. Rohde LE, Bertoldi EG, Goldraich L, Polanczyk CA. Cost-effectiveness of heart failure therapies. *Nat Rev Cardiol.* 2013;10(6):338-54.
47. Hutchinson J, Scott DA, Clegg AJ, Loveman E, Royle P, Bryant J, et al. Cost-effectiveness of left ventricular-assist devices in end-stage heart failure. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2008;6(2):175-85.
48. Rogers JG, Bostic RR, Tong KB, Adamson R, Russo M, Slaughter MS. Cost-effectiveness analysis of continuous-flow left ventricular assist devices as destination therapy. *Circ Heart Fail.* 2012;5(1):10-6.
49. Long EF, Swain GW, Mangi AA. Comparative survival and cost-effectiveness of advanced therapies for end-stage heart failure. *Circ Heart Fail.* 2014;7(3):470-8.
50. Neyt M, Van den Bruel A, Smit Y, De Jonge N, Erasmus M, Van Dijk D, et al. Cost-effectiveness of continuous-flow left ventricular assist devices. *Int J Technol Assess Health Care.* 2013;29(3):254-60.
51. Borisenko O, Wylie C, Payne J, Bjessmo S, Smith J, Firmin R, et al. The cost impact of short-term ventricular assist devices and extracorporeal life support systems therapies on the national health service in the UK. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2014;19(1):41-8.
52. Neyt M, Van den Bruel A, Smit Y, De Jonge N, Vlayen J. The cost-utility of left ventricular assist devices for end-stage heart failure patients ineligible for cardiac transplantation: a systematic review and critical appraisal of economic evaluations. *Ann Cardiothorac Surg.* 2014;3(5):439-49.
53. Goldstein D, Neragi-Miandoab S. Mechanical bridge to decision: What are the options for the management of acute refractory cardiogenic shock? *Curr Heart Fail Rep.* 2011;8(1):51-8.
54. Kar B, Basra SS, Shah NR, Loyalka P. Percutaneous circulatory support in cardiogenic shock: interventional bridge to recovery. *Circulation.* 2012;125(14):1809-17.
55. Gilotra NA, Stevens GR. Temporary mechanical circulatory support: a review of the options, indications, and outcomes. *Clin Med Insights Cardiol.* 2014;8(Suppl 1):75-85.
56. White JM, Ruygrok PN. Intra-aortic balloon counterpulsation in contemporary practice - where are we? *Heart Lung Circ.* 2015;24(4):335-41.
57. Perera D, Lumley M, Pijls N, Patel MR. Intra-aortic balloon pump trials: Questions, answers, and unresolved issues. *Circ Cardiovasc Interv.* 2013;6(3):317-21.
58. Tanaka A, Tuladhar SM, Onsager D, Asfaw Z, Ota T, Juricek C, et al. The Subclavian Intraaortic Balloon Pump: a compelling bridge device for advanced heart failure. *Ann Thorac Surg.* 2015;100(6):2151-7.
59. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, et al. IABP-SHOCK II Trial Investigators. Intraaortic balloon support for myocardial infarction with cardiogenic shock. *N Engl J Med.* 2012;367(14):1287-96.
60. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, et al. Intraaortic Balloon Pump in cardiogenic shock II (IABP-SHOCK II) trial investigators. Intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock (IABP-SHOCK II): final 12 month results of a randomised, open-label trial. *Lancet.* 2013;382(9905):1638-45.
61. Patel MR, Smalling RW, Thiele H, Barnhart HX, Zhou Y, Chandra P, et al. Intra-aortic balloon counterpulsation and infarct size in patients with acute anterior myocardial infarction without shock: the CRISP AMI randomized trial. *JAMA.* 2011;306(12):1329-37.
62. Perera D, Stables R, Clayton T, De Silva K, Lumley M, Clack L, et al; BCIS-1 Investigators. Long-term mortality data from the balloon pump-assisted coronary intervention study (BCIS-1): a randomized, controlled trial of elective balloon counterpulsation during high-risk percutaneous coronary intervention. *Circulation.* 2013;127(2):207-12.
63. Perera D, Stables R, Thomas M, Booth J, Pitt M, Blackman D, et al; BCIS-1 Investigators. Elective intra-aortic balloon counterpulsation during high-risk percutaneous coronary intervention: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2010;304(8):867-74.
64. Stone GW, Marsalese D, Brodie BR, Griffin JJ, Donohue B, Costantini C, et al. A prospective, randomized evaluation of prophylactic intraaortic balloon counterpulsation in high risk patients with acute myocardial infarction treated with primary angioplasty. Second primary angioplasty in myocardial infarction (PAMI-II) trial investigators. *J Am Coll Cardiol.* 1997;29(7):1459-67.
65. Thiele H, Lauer B, Hambrecht R, Boudriot E, Cohen HA, Schuler G. Reversal of cardiogenic shock by percutaneous left atrial-to-femoral arterial bypass assistance. *Circulation.* 2001;104(24):2917-22.
66. Raess DH, Weber DM. Impella 2.5. *J Cardiovasc Transl Res.* 2009;2(2):168-72.
67. Rihal CS, Naidu SS, Givertz MM, Szeto WY, Burke JA, Kapur NK, et al; Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI); Heart Failure Society of America (HFSA); Society of Thoracic Surgeons (STS); American Heart Association (AHA), and American College of Cardiology (ACC). 2015 SCAI/ACC/HFSA/STS Clinical Expert Consensus Statement on the Use of Percutaneous Mechanical Circulatory Support Devices in Cardiovascular Care: Endorsed by the American Heart Association, the Cardiological Society of India, and Sociedad Latino Americana de Cardiologia Intervencion; Affirmation of Value by the Canadian Association of Interventional Cardiology-Association Canadienne de Cardiologie d'intervention. *J Am Coll Cardiol.* 2015;65(19):e7-26.

68. Henriques JP, Rummelink M, Baan J Jr, van der Schaaf RJ, Vis MM, Koch KT, et al. Safety and feasibility of elective high-risk percutaneous coronary intervention procedures with left ventricular support of the Impella Recover LP 2.5. *Am J Cardiol.* 2006;97(7):990-2.
69. Basra SS, Loyalka P, Kar B. Current status of percutaneous ventricular assist devices for cardiogenic shock. *Curr Opin Cardiol.* 2011;26(6):548-54.
70. Kar B, Gregoric ID, Basra SS, Idelchik GM, Loyalka P. The percutaneous ventricular assist device in severe refractory cardiogenic shock. *J Am Coll Cardiol.* 2011;57(6):688-96.
71. Burkhoff D, Cohen H, Brunckhorst C, O'Neill WW; TandemHeart Investigators Group. A randomized multicenter clinical study to evaluate the safety and efficacy of the tandemheart percutaneous ventricular assist device versus conventional therapy with intraaortic balloon pumping for treatment of cardiogenic shock. *Am Heart J.* 2006;152(3):469.e1-8.
72. Thiele H, Sick P, Boudriot E, Diederich KW, Hambrecht R, Niebauer J, et al. Randomized comparison of intra-aortic balloon support with a percutaneous left ventricular assist device in patients with revascularized acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Eur Heart J.* 2005;26(13):1276-83.
73. Seyfarth M, Sibbing D, Bauer I, Frohlich G, Bott-Flugel L, Byrne R, et al. A randomized clinical trial to evaluate the safety and efficacy of a percutaneous left ventricular assist device versus intra-aortic balloon pumping for treatment of cardiogenic shock caused by myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol.* 2008;52(19):1584-8.
74. Cheng JM, den Uil CA, Hoeks SE, van der Ent M, Jewbali LS, van Domburg RT, et al. Percutaneous left ventricular assist devices vs. Intra-aortic balloon pump counterpulsation for treatment of cardiogenic shock: a meta-analysis of controlled trials. *Eur Heart J.* 2009;30(17):2102-8.
75. Rajdev S, Krishnan P, Irani A, Kim MC, Moreno PR, Sharma SK, et al. Clinical application of prophylactic percutaneous left ventricular assist device (TandemHeart) in high-risk percutaneous coronary intervention using an arterial preclosure technique: single-center experience. *J Invasive Cardiol.* 2008;20(2):67-72.
76. Thomas JL, Al-Ameri H, Economides C, Shareghi S, Abad DG, Mayeda G, et al. Use of a percutaneous left ventricular assist device for high-risk cardiac interventions and cardiogenic shock. *J Invasive Cardiol.* 2010;22(8):360-4.
77. Alli OO, Singh IM, Holmes DR Jr, Pulido JN, Park SJ, Rihal CS. Percutaneous left ventricular assist device with tandemheart for high-risk percutaneous coronary intervention: the Mayo Clinic Experience. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012;80(5):728-34.
78. O'Neill WW, Kleiman NS, Moses J, Henriques JP, Dixon S, Massaro J, et al. A prospective, randomized clinical trial of hemodynamic support with impella 2.5 versus intra-aortic balloon pump in patients undergoing high-risk percutaneous coronary intervention: the Protect II Study. *Circulation.* 2012;126(14):1717-27.
79. Henriques JP, Ouweneel DM, Naidu SS, Palacios IF, Popma J, Ohman EM, et al. Evaluating the learning curve in the prospective randomized clinical trial of hemodynamic support with impella 2.5 versus intra-aortic balloon pump in patients undergoing high-risk percutaneous coronary intervention: a prespecified subanalysis of the PROTECT II study. *Am Heart J.* 2014;167(4):472-9.
80. Kovacic JC, Kini A, Banerjee S, Dangas G, Massaro J, Mehran R, et al. Patients with 3-vessel coronary artery disease and impaired ventricular function undergoing PCI with impella 2.5 hemodynamic support have improved 90-day outcomes compared to intra-aortic balloon pump: a sub-study of the PROTECT II trial. *J Interv Cardiol.* 2015;28(1):32-40.
81. Extracorporeal Life Support Organization. ELSO. Guidelines general. [Accessed in 2015 Dec 10]. Available from: <https://www.elseo.org/resources/guidelines.aspx>
82. Beckmann A, Benk C, Beyersdorf F, Haimerl G, Merkle F, Mestres C, et al. Position article for the use of extracorporeal life support in adult patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2011;40(3):676-80.
83. Gray BW, Haft JW, Hirsch JC, Annich GM, Hirschl RB, Bartlett RH. Extracorporeal life support: experience with 2,000 patients. *ASAIO J.* 2015;61(1):2-7.
84. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med.* 2014;40(12):1795-815.
85. Levy B, Bastien O, Benjelid K, Cariou A, Chouihed T, Combes A, et al. Experts' recommendations for the management of adult patients with cardiogenic shock. *Ann Intensive Care.* 2015;5(1):52.
86. Petroni T, Harrois A, Amour J, Lebreton C, Brechot N, Tanaka S, et al. Intra-aortic balloon pump effects on macrocirculation and microcirculation in cardiogenic shock patients supported by venoarterial extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care Med.* 2014;42(9):2075-82.
87. Aissaoui N, El-Banayosy A, Combes A. How to wean a patient from veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation. *Intensive Care Med.* 2015;41(5):902-5.
88. Futier E, Constantin JM, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, et al; IMPROVE Study Group. A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery. *N Engl J Med.* 2013;369(5):428-37.
89. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The acute respiratory distress syndrome network. *N Engl J Med.* 2000;342(18):1301-8.
90. Schmidt M, Pellegrino V, Combes A, Scheinkestel C, Cooper DJ, Hodgson C. Mechanical ventilation during extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care.* 2014;18(1):203.
91. Marhong JD, Telesnicki T, Munshi L, Del Sorbo L, Detsky M, Fan E. Mechanical ventilation during extracorporeal membrane oxygenation: an international survey. *Ann Am Thorac Soc.* 2014;11(6):956-61.
92. Manzano F, Fernández-Mondéjar E, Colmenero M, Poyatos ME, Rivera R, Machado J, et al. Positive-end expiratory pressure reduces incidence of ventilator-associated pneumonia in nonhypoxemic patients. *Crit Care Med.* 2008;36(8):2225-31.
93. Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, Thalanany MM, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (cesar): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet.* 2009;374(9698):1351-63.
94. Peek GJ, Moore HM, Moore N, Sosnowski AW, Firmin RK. Extracorporeal membrane oxygenation for adult respiratory failure. *Chest.* 1997;112(3):759-64.
95. Peura JL, Colvin-Adams M, Francis GS, Grady KL, Hoffman TM, Jessup M, et al; American Heart Association Heart Failure and Transplantation Committee of the Council on Clinical Cardiology; Council on Cardiopulmonary, Critical Care, Perioperative and Resuscitation; Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Cardiovascular Nursing; Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, and Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia. Recommendations for the use of mechanical circulatory support: device strategies and patient selection: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2012;126(22):2648-67.
96. Haj-Yahia S, Birks EJ, Amrani M, Petrou M, Bahrami T, Dreyfus G, et al. Bridging patients after salvage from bridge to decision directly to transplant by means of prolonged support with the centrimag short-term centrifugal pump. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;138(1):227-30.
97. John R, Long JW, Massey HT, Griffith BP, Sun BC, Tector AJ, et al. Outcomes of a multicenter trial of the levitronix centrimag ventricular assist system for short-term circulatory support. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;141(4):932-9.
98. Sheinberg R, Brady MB, Mitter N. Intraoperative transesophageal echocardiography and ventricular assist device insertion. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2011;15(1-2):14-24.

Diretrizes

99. Pratt AK, Shah NS, Boyce SW. Left ventricular assist device management in the icu. *Crit Care Med.* 2014;42(1):158-68.
100. Annich G, Lynch W, MacLaren C, Wilson J, Bartlett R. *Ecmo: Extracorporeal cardiopulmonary support in critical care.* 44th ed. Ann Arbor (MI): ELSO Office; 2012.
101. Kocabas S, Askar FZ, Yagdi T, Engin C, Ozbaran M. Anesthesia for ventricular assist device placement: Experience from a single center. *Transplant Proc.* 2013;45(3):1005-8.
102. Nicolosi AC, Pagel PS. Perioperative considerations in the patient with a left ventricular assist device. *Anesthesiology.* 2003;98(2):565-70.
103. El-Magharbel I. Ventricular assist devices and anesthesia. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2005;9(3):241-9.
104. Slaughter MS, Pagani FD, Rogers JG, Miller LW, Sun B, Russell SD, et al; HeartMate II Clinical Investigators. Clinical management of continuous-flow left ventricular assist devices in advanced heart failure. *J Heart Lung Transplant.* 2010;29(4 Suppl):S1-39.
105. Kirkpatrick JN, Wiegers SE, Lang RM. Left ventricular assist devices and other devices for end-stage heart failure: utility of echocardiography. *Curr Cardiol Rep.* 2010;12(3):257-64.
106. Catena E, Tasca G. Role of echocardiography in the perioperative management of mechanical circulatory assistance. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2012;26(2):199-216.
107. Patlolla B, Beygui R, Haddad F. Right-ventricular failure following left ventricle assist device implantation. *Curr Opin Cardiol.* 2013;28(2):223-33.
108. Meineri M, Van Rensburg AE, Vegas A. Right ventricular failure after lvad implantation: Prevention and treatment. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2012;26(2):217-29.
109. Krishan K, Pinney S, Anyanwu AC. Successful use of continuous flow ventricular assist device in a patient with mechanical mitral and aortic valve prosthesis without replacement or exclusion of valves. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2010;10(2):325-7.
110. Tasset MR, Kavarana MN, Gray LA, Dowling RD. Simple mechanical aortic valve closure in ventricular assist device recipients. *Ann Thorac Surg.* 2006;82(1):316-8.
111. Jelenc M, Jelenc B, Vrtovec B, Knežević I. Mitral regurgitation and axial flow left ventricular assist device: a computer simulation study. *ASAIO J.* 2013;59(4):405-9.
112. Refaat MM, Tanaka T, Kormos RL, McNamara D, Teuteberg J, Winowich S, et al. Survival benefit of implantable cardioverter-defibrillators in left ventricular assist device-supported heart failure patients. *J Card Fail.* 2012;18(2):140-5.
113. Pagani FD, Miller LW, Russell SD, Aaronson KD, John R, Boyle AJ, et al; HeartMate II Investigators. Extended mechanical circulatory support with a continuous-flow rotary left ventricular assist device. *J Am Coll Cardiol.* 2009;54(4):312-21.
114. Slaughter MS, Rogers JG, Milano CA, Russell SD, Conte JV, Feldman D, et al; HeartMate II Investigators. Advanced heart failure treated with continuous-flow left ventricular assist device. *N Engl J Med.* 2009;361(23):2241-51.
115. Starling RC, Moazami N, Silvestry SC, Ewald G, Rogers JG, Milano CA, et al. Unexpected abrupt increase in left ventricular assist device thrombosis. *N Engl J Med.* 2014;370(1):33-40.
116. John R, Kamdar F, Eckman P, Colvin-Adams M, Boyle A, Shumway S, et al. Lessons learned from experience with over 100 consecutive HeartMate II left ventricular assist devices. *Ann Thorac Surg.* 2011;92(5):1593-9.
117. John R, Liao K, Kamdar F, Eckman P, Boyle A, Colvin-Adams M. Effects on pre- and posttransplant pulmonary hemodynamics in patients with continuous-flow left ventricular assist devices. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;140(2):447-52.
118. Lee S, Kamdar F, Madlon-Kay R, Boyle A, Colvin-Adams M, Pritzker M, et al. Effects of the HeartMate II continuous-flow left ventricular assist device on right ventricular function. *J Heart Lung Transplant.* 2010;29(2):209-15.
119. Rommel JJ, O'Neill TJ, Lishmanov A, Katz JN, Chang PP. The role of heart failure pharmacotherapy after left ventricular assist device support. *Heart Fail Clin.* 2014;10(4):653-60.
120. Klotz S, Danser AH, Foronjy RF, Oz MC, Wang J, Mancini D, et al. The impact of angiotensin-converting enzyme inhibitor therapy on the extracellular collagen matrix during left ventricular assist device support in patients with end-stage heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2007;49(11):1166-74.
121. Wus L, Manning M, Entwistle JW. Left ventricular assist device driveline infection and the frequency of dressing change in hospitalized patients. *Heart Lung.* 2015;44(3):225-9.
122. Loyaga-Rendon RY, Plaisance EP, Arena R, Shah K. Exercise physiology, testing, and training in patients supported by a left ventricular assist device. *J Heart Lung Transplant.* 2015;34(8):1005-16.
123. Uriel N, Morrison KA, Garan AR, Kato TS, Yuzefpolskaya M, Latif F, et al; Development of a novel echocardiography ramp test for speed optimization and diagnosis of device thrombosis in continuous-flow left ventricular assist devices: the Columbia ramp study. *J Am Coll Cardiol.* 2012;60(18):1764-75.
124. Raman SV, Sahu A, Merchant AZ, Louis LB, Firstenberg MS, Sun B. Noninvasive assessment of left ventricular assist devices with cardiovascular computed tomography and impact on management. *J Heart Lung Transplant.* 2010;29(1):79-85.
125. Puehler T, Ensminger S, Schoenbrodt M, Börgermann J, Rehn E, Hakim-Meibodi K, et al. Mechanical circulatory support devices as destination therapy-current evidence. *Ann Cardiothorac Surg.* 2014;3(5):513-24.
126. Lopilato AC, Doligalski CT, Caldeira C. Incidence and risk factor analysis for gastrointestinal bleeding and pump thrombosis in left ventricular assist device recipients. *Artif Organs.* 2015;39(11):939-44.
127. Aggarwal A, Pant R, Kumar S, Sharma P, Gallagher C, Tatooles AJ, et al. Incidence and management of gastrointestinal bleeding with continuous flow assist devices. *Ann Thorac Surg.* 2012;93(5):1534-40.
128. Genovese EA, Dew MA, Teuteberg JJ, Simon MA, Kay J, Siegenthaler MP, et al. Incidence and patterns of adverse event onset during the first 60 days after ventricular assist device implantation. *Ann Thorac Surg.* 2009;88(4):1162-70.
129. Kato TS, Schulze PC, Yang J, Chan E, Shahzad K, Takayama H, et al. Pre-operative and post-operative risk factors associated with neurologic complications in patients with advanced heart failure supported by a left ventricular assist device. *J Heart Lung Transplant.* 2012;31(1):1-8.
130. Chinn R, Dembitsky W, Eaton L, Chillcott S, Stahovich M, Rasmusson B, et al. Multicenter experience: prevention and management of left ventricular assist device infections. *ASAIO J.* 2005;51(4):461-70.
131. Nienaber JJ, Kusne S, Riaz T, Walker RC, Baddour LM, Wright AJ, et al; Mayo Cardiovascular Infections Study Group. Clinical manifestations and management of left ventricular assist device-associated infections. *Clin Infect Dis.* 2013;57(10):1438-48.
132. Hannan MM, Husain S, Mattner F, Danziger-Isakov L, Drew RJ, Corey GR, et al; International Society for Heart and Lung Transplantation. Working formulation for the standardization of definitions of infections in patients using ventricular assist devices. *J Heart Lung Transplant.* 2011;30(4):375-84.
133. Trachtenberg BH, Cordero-Reyes A, Elias B, Loebe M. A review of infections in patients with left ventricular assist devices: prevention, diagnosis and management. *Methodist Debakey Cardiovasc J.* 2015;11(1):28-32.
134. Sunil P, Gheetha B. Ventricular assist device-specific infections. In: Shuhaiber J. *Ventricular assist devices.* Croatia (EU): InTech; 2011. p. 159-72.

135. Goldstein DJ, John R, Salerno C, Silvestry S, Moazami N, Horstmanhof D, et al. Algorithm for the diagnosis and management of suspected pump thrombus. *J Heart Lung Transplant*. 2013;32(7):667-70.
136. Uriel N, Han J, Morrison KA, Nahumi N, Yuzefpolskaya M, Garan AR, et al. Device thrombosis in HeartMate II continuous-flow left ventricular assist devices: a multifactorial phenomenon. *J Heart Lung Transplant*. 2014;33(1):51-9.
137. Stulak JM, Lee D, Haft JW, Romano MA, Cowger JA, Park SJ, et al. Gastrointestinal bleeding and subsequent risk of thromboembolic events during support with a left ventricular assist device. *J Heart Lung Transplant*. 2014;33(1):60-4.
138. Saeed O, Maybaum S, Alessandro DD, Goldstein DJ, Patel SR. Aortic valve opening and thrombotic events with continuous-flow left ventricular assist devices. *J Heart Lung Transplant*. 2014;33(1):109-12.
139. Kirklin JK, Naftel DC, Kormos RL, Pagani FD, Myers SL, Stevenson LW, et al. Interagency registry for mechanically assisted circulatory support (INTERMACS) analysis of pump thrombosis in the HeartMate II left ventricular assist device. *J Heart Lung Transplant*. 2014;33(1):12-22. Erratum in: *J Heart Lung Transplant*. 2015;34(10):1356.
140. Shah P, Mehta VM, Cowger JA, Aaronson KD, Pagani FD. Diagnosis of hemolysis and device thrombosis with lactate dehydrogenase during left ventricular assist device support. *J Heart Lung Transplant*. 2014;33(1):102-4.
141. Moazami N, Milano CA, John R, Sun B, Adamson RM, Pagani FD, et al. Pump replacement for left ventricular assist device failure can be done safely and is associated with low mortality. *Ann Thorac Surg*. 2013;95(2):500-5.
142. Pantilat SZ, Steimle AE. Palliative care for patients with heart failure. *JAMA*. 2004;291(20):2476-82.
143. Swetz KM, Freeman MR, AbouEzzeddine OF, Carter KA, Boilson BA, Ottenberg AL, et al. Palliative medicine consultation for preparedness planning in patients receiving left ventricular assist devices as destination therapy. *Mayo Clin Proc*. 2011;86(6):493-500.
144. Petrucci RJ, Benish LA, Carrow BL, Prato L, Hankins SR, Eisen HJ, et al. Ethical considerations for ventricular assist device support: a 10-point model. *ASAIO J*. 2011;57(4):268-73.
145. Rizzieri AG, Verheijde JL, Rady MY, McGregor JL. Ethical challenges with the left ventricular assist device as a destination therapy. *Philos Ethics Humanit Med*. 2008;3:20.
146. McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD, Auricchio A, Bohm M, Dickstein K, et al; ESC Committee for Practice Guidelines. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2012;33(14):1787-847. Erratum in: *Eur Heart J*. 2013;34(2):158.
147. Patel CB, Cowger JA, Zuckermann A. A contemporary review of mechanical circulatory support. *J Heart Lung Transplant*. 2014;33(7):667-74.
148. Miller LW, Russell SD. Candidate selection for long-term left ventricular assist device therapy for advanced heart failure. In: Kormos RL, Miller LW. (eds). *Mechanical circulatory support: a companion to Braunwald's Heart Disease*. Philadelphia (PA): Elsevier Saunders; 2012. p. 72-87.
149. Gualandro DM, Yu PC, Calderaro D, Marques AC, Pinho C, Caramelli B, et al. II guidelines for perioperative evaluation of the Brazilian Society of Cardiology. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96(3 Suppl 1):1-68.
150. Warren DK, Quadir WW, Hollenbeak CS, Elward AM, Cox MJ, Fraser VJ. Attributable cost of catheter-associated bloodstream infections among intensive care patients in a nonteaching hospital. *Crit Care Med*. 2006;34(8):2084-9.
151. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Am J Infect Control*. 2011;39(4 Suppl 1):S1-34.

